

Neuroestética: hacia un estudio científico de la belleza y de los sentimientos estéticos compartidos en el arte

JOSÉ JAVIER CAMPOS BUENO

*¿Me preguntas por qué compro arroz y flores?
Compro arroz para vivir y flores para tener algo por lo que vivir*
Confucio

La atribución a Confucio¹ de la cita con que se encabeza este capítulo, *se non è vera è ben trovata*, sus palabras, nos sirven para tratar de entender la utilidad del proceso de creación artística tan alejado de otros de fuerte raíz biológica. Se suele pensar que la actividad de los animales, incluidos los seres humanos, está orientada a resolver problemas de naturaleza práctica. Encontrar alimento, pareja sexual o una guarida para protegerse son algunos de los ejemplos de actividades en las que se invierten energías considerables. Sin embargo, al menos en el caso del hombre, resulta evidente que las necesidades a satisfacer con sus acciones van mucho más allá de lo meramente biológico, aunque todas ellas estén obviamente determinadas por la actividad cerebral.

El hombre dedica una gran cantidad de energía y tiempo a la producción de elementos a los que se atribuye un valor estético. Las manifestaciones artísticas humanas, fruto del impulso de crear objetos e imágenes sin ningún uso mecánico o funcional aparente, están presentes desde los orígenes de la humanidad. Si queremos atribuirles alguna utilidad, se puede establecer la hipótesis de que inicialmente estos objetos artísticos preciados surgen como símbolo de diferencia y estatus social o de prestigio para sus poseedores. Estos objetos, pintados o tallados por lo general en materiales nobles y valiosos, se ocupan de temas cotidianos relacionados con la supervivencia (agricultura, caza) y el culto a lo desconocido o mágico (los dioses, la enfermedad y la muerte). Lo divino y lo humano está presente en edificios y objetos artísticos de todo tipo. Así, con el paso de los siglos, la representación de los dioses, las batallas, los reyes, sacerdotes, guerreros, escribas y otras múltiples actividades que conforman la vida cotidiana se van incorporando de forma natural a un imaginario artístico colectivo.

Inicialmente muchos de estos objetos probablemente no estaban exentos de una cierta función utilitaria relacionada con alcanzar a través de ellos el poder o el dominio de la naturaleza. Es muy posible que éste sea el caso de las representaciones de animales en las paredes de las cuevas y en tallas (Figura 1A y 1B). En tal caso el valor estético sería un mero subproducto de la representación necesaria para que el objeto cumpla su función utilitaria ¿Pero qué puede decirse de las anotaciones gráficas realizadas sobre una placa de hueso con trabajo de decoración de bordes dentados en un objeto que es incapaz de cortar? (Figura 1C). Para algunos autores² estas muescas representan el intento de registrar las fases de la Luna, aunque esta interpretación haya sido discutida por otros. En esta discusión a propósito de la belleza, poco importa el significado con que fueron realizadas las muescas en la placa de Abri Blanchard, sean éstas o no una prueba del registro de las fases de la Luna realizada en el paleolítico superior. Sabemos bien que, desde hace siglos, el hombre ha mirado al cielo elevando magníficos edificios, como el Zigurat de Ur-Nammu, actualmente situado a las afueras de Nasiriyah y construido a principios del siglo XXI aC. Sin duda el hombre, desde hace siglos, ha tratado de conocer las regularidades astronómicas y se ha preocupado por

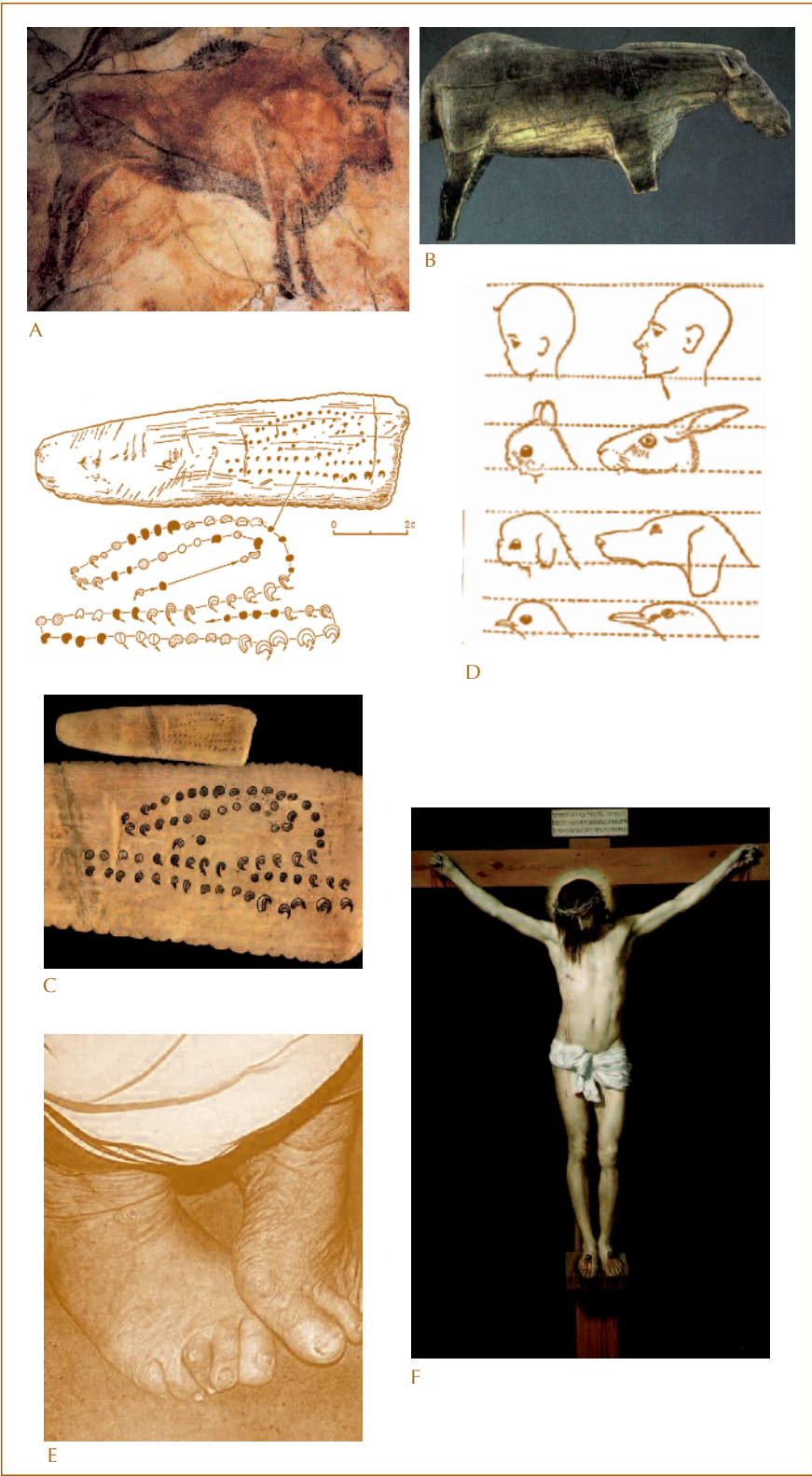


Figura 1. Imágenes y objetos presentes en la cultura humana del Paleolítico Superior (15000-8000 años A.C.). El sentido estético y las respuestas de la contemplación de determinadas imágenes pueden tener un origen innato que se elabora a través de la cultura. A) Paleolítico superior. Bisonte pintado sobre piedra descubierto en 1879. Cueva de Altamira, Santander, España. B) Caballo de marfil descubierto en 1886. Cueva de Espelugues, Lourdes, Hautes Pyrenees. Musee de Saint-Germain en Laye, Francia. C) Cuchillo de hueso del yacimiento de Abri Blanchard, Sergeac, Francia, A. Marshack (1970). D) Las formas redondeadas - supernormales- desencadenan la atracción y sentimientos protectores, K. Lorenz y P. Leuhausen (1971). E) Pies de la Madre Teresa de Calcuta. F) Cristo Crucificado, Velázquez, ca. 1631-1632, óleo sobre lienzo. Museo del Prado.

entender cuándo hay causalidad, o no, en los múltiples acontecimientos que ocurren en su ambiente. Era útil poder disponer de tales conocimientos puesto que le proporcionaban una ventaja adaptativa al permitirle anticipar cuándo y con qué probabilidad pueden ocurrir determinados hechos. Sin embargo esta cuestión importante no es la que se va a tratar aquí. La cuestión que interesa es porqué para registrar estos datos se utilizan materiales nobles y caros como el hueso o el marfil (el barro cocido ha sido otra alternativa intermedia). Podría argumentarse que cuando, en lugar de utilizar la madera, más accesible y fácil de trabajar, se emplean otros soportes se pretende aumentar la duración temporal del registro. ¿Pero por qué, en ocasiones, estos objetos muestran el lujo de contener elementos decorativos innecesarios y nada funcionales que exigen un mayor trabajo de la pieza? Una respuesta es que así se les dota de belleza haciéndolos más preciados. Pero, si esta fuera la razón, esto nos lleva a plantearnos una nueva pregunta: ¿hay alguna razón para que seamos sensibles a la belleza? ¿Este gusto por los objetos bellos es algo innato o es un producto cultural? Konrad Lorenz³ desarrolló a mediados del siglo pasado una teoría sociobiológica sobre el atractivo que ejercen los rasgos infantiles sobre el comportamiento de los adultos. De acuerdo con esta teoría la estructura facial infantil desencadenaría en muchas especies pautas de conducta innata. Habría estímulos cuyos rasgos exagerados, o supernormales, darían lugar a las respuestas de interés, protectoras y emocionales de agrado que aparecen en los adultos ante una cabeza grande, con ojos grandes y mirada inocente, mejillas rechonchas y boca y nariz pequeñas (Figura 1D). Con ello los adultos prestarían máxima atención a las crías y se facilitaría la supervivencia. Pero si esta estrategia para resultar atractivo es un resultado evolutivo compartido por muchos animales ¿cuál es la relación entre atracción y belleza?, ¿pueden los animales ser sensibles a la belleza o experimentar sentimientos estéticos?

Por otra parte, las respuestas emocionales que sin duda están presentes en el sentimiento estético, además de estar moduladas por factores innatos –por ejemplo el sobresalto ante un ruido inesperado o los sesgos de personalidad- dependen además estrechamente de las experiencias individuales del sujeto. Unos pies ancianos, arrugados y deformes pueden provocar respuestas de desagrado y rechazo, pero si somos informados de que se trata de una fotografía artística de los pies de la Madre Teresa de Calcuta (Figura 1E) la respuesta emocional del observador puede cambiar radicalmente⁴. ¿O qué decir del

Cristo crucificado, icono universal de la cultura cristiana? (Figura 1F). Los objetos de culto religioso son capaces de inspirar sentimientos intensos a partir de su valor estético y cultural. En el Cristo de Velázquez⁵ la visión de un crucificado torturado y agonizante va más allá del sufrimiento que inspiraría la imagen sin disponer de las claves del hecho histórico y religioso. Aquí, el lienzo es capaz de inspirar sentimientos diversos ante un cuerpo desnudo que rebosa dignidad, serenidad y nobleza. El arte provoca sentimientos y el disfrute del arte va más allá del placer a través de la empatía que se produce al entrar en contacto con el objeto artístico o la situación. En el llamado séptimo arte podemos apreciar la complejidad del problema. Como muy bien descubrieron los griegos el placer no se produce únicamente cuando nos encontramos ante una comedia. El éxito de los distintos géneros cinematográficos (comedia, drama, melodrama, terror, suspense, acción, violencia, erotismo) son buena prueba de que se puede acudir al cine para reír, pero también para llorar o pasar miedo. Arte y emoción van unidos de forma indisoluble.

Por tanto, para abordar el estudio del fenómeno artístico debemos considerar las respuestas innatas que producen los estímulos, el procesamiento primario de la información que llega al cerebro a través de los receptores sensoriales, la respuesta emocional que se produzca al elaborar la información y la experiencia del sujeto. Aunque, como veremos a lo largo de esta exposición, en el nivel actual de nuestros conocimientos nos vamos a encontrar con más preguntas que respuestas.

EL SENTIDO DE LA BELLEZA

Desde la antigüedad, los filósofos han tratado de definir la belleza, asociándola a una letanía de términos para describirla: la belleza es la verdad, es el bien, es un valor positivo, es la expresión del ideal o el símbolo de la perfección divina. Ante todo la belleza es un valor positivo intrínseco, es un placer que no *“es consecuencia de la utilidad del objeto o suceso, sino de su percepción inmediata... la belleza es un bien último, algo que satisface a una función natural, a alguna necesidad o capacidad fundamental de nuestra mente”*. El autor de estas palabras es el filósofo español Jorge Santayana, colega y amigo del psicólogo William James. En su obra *El Sentido de la Belleza*⁶ reunió una serie de conferencias dadas en la Universidad de Harvard entre 1892 y 1895 sobre teoría e historia de la estética.

El sentido de la belleza -dice Santayana- tiene un lugar más importante en la vida que el que se le otorga en filosofía al hablar de la teoría estética. *“Las artes plásticas, con la poesía y la música, son los monumentos más conspicuos de este interés humano, porque atraen solamente la contemplación, y sin embargo han logrado que se ponga a su servicio, en todas las eras civilizadas, una cantidad de esfuerzo, genio y reverencia escasamente inferior a la otorgada a la industria, a la guerra o a la religión... el hombre no escoge su morada, sus prendas de vestir, o a sus compañeros, sin tomar en cuenta el efecto que ejercen sobre sus sentimientos estéticos”*.

Sigue diciendo Santayana que los psicólogos han estudiado la función de la percepción y la teoría del conocimiento ya que nos permiten estar informados de las cosas externas, pero han desdeñado el aspecto exclusivamente subjetivo y humano de la imaginación y la impresión emocional. Sin embargo, el valor de la percepción deriva precisamente de estos menospreciados sentimientos: las cosas nos interesan porque nos ocupamos de ellas y tienen importancia porque las necesitamos. Si las percepciones no guardasen relación con nuestros placeres no tardaríamos en apartar la vista de este mundo. ¿Si esto es así, por qué históricamente se le ha prestado tan escasa atención? Sin duda, no es por falta de importancia sino por el poco éxito de los esfuerzos ocasionales para abordarlo, dada la subjetividad que parece envolver el fenómeno estético y los prejuicios para estudiar los fenómenos que se consideraban mentales, al ser considerados como irreales o poco relevantes. Sin embargo hoy las cosas han cambiado bastante.

ALGUNOS DATOS EXPERIMENTALES

La psicofísica surgida a mediados del siglo XIX supuso el primer intento de abordar experimentalmente el procesamiento de la información y por tanto hoy cuenta ya con una larga tradición. La imagen de la re-

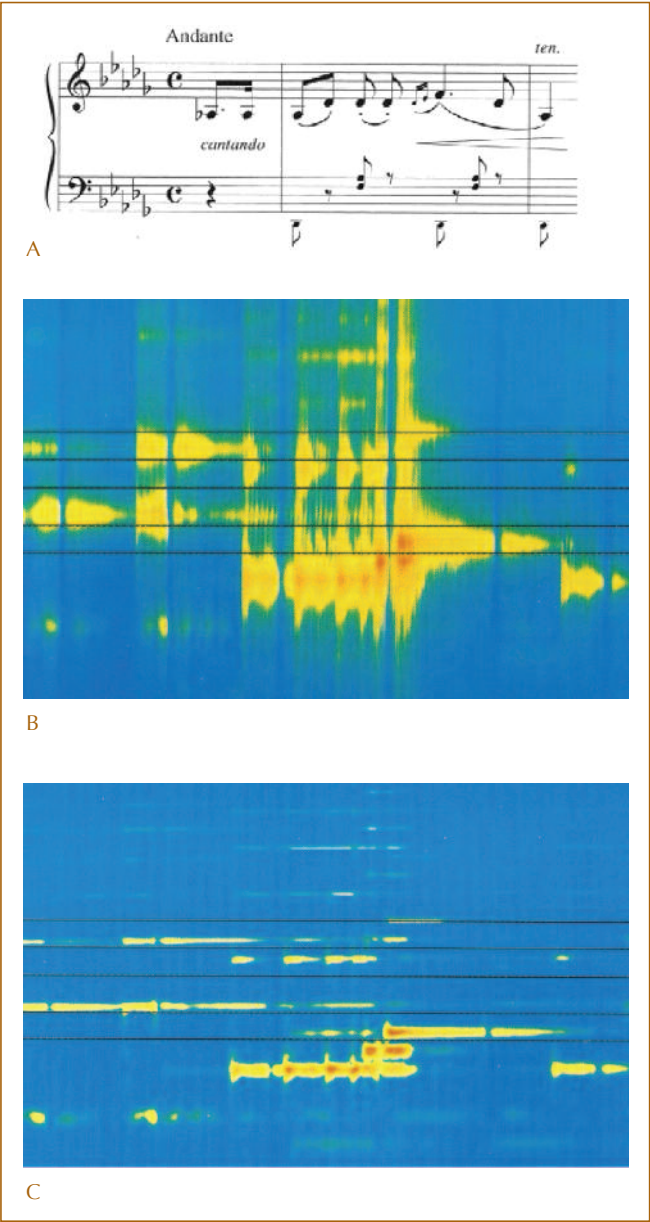


Figura 2. Resultado del análisis numérico psicofísico y físico del sonido musical generado por la ejecución al piano de los siguientes compases de la *Paráfrasis del concierto del aria de Rigoletto* (Verdi) de Franz Liszt. A) notación musical. B) audiograma, C) espectrograma. V. Sierra-Vázquez, 1999.

presentación del fragmento musical *Paráfrasis del concierto del aria de Rigoletto* (Verdi) de las Figuras 2B y 2C sirve para ilustrar, como vamos a ver, la complejidad del fenómeno artístico contemplado desde el ámbito sensorial de la psicofísica visual o auditiva o desde los aspectos afectivos. En la Figura 2B se simula la respuesta virtual del sistema auditivo –audiograma– de un oyente (ideal) que escucha el sonido mencionado. En la Figura 2C se muestra su espectrograma representando la densidad de energía de la señal sonora en el dominio conjunto tiempo/frecuencia⁷. A pesar de las similitudes, se puede apreciar que la forma de la respuesta psicofísica es diferente de su espectrograma. De hecho, la representación física de la energía de ese fragmento musical no variará cuando la escuchen simultáneamente un hombre y sus mascotas, pero los audiogramas correspondientes a cada especie serán diferentes. Cualquier organismo vivo con los receptores sensoriales adecuados procesará dicha música como un estímulo cuando se enfrente a ella. Y de un estímulo nos interesan, al menos, sus propiedades psicológicas desde el punto de vista sensorial psicofísico o de procesamiento temprano del estímulo y también su procesamiento afectivo, que viene después.

Las propiedades psicofísicas de los estímulos sensoriales visuales o auditivos comenzaron a estudiarse desde mediados del siglo XIX con los trabajos de Weber, Fechner o Helmholtz. Estos estudios pioneros mostraron que un nivel de potencia sonora, expresada en decibelios, sugeriría erróneamente que 35 dB deberían aparentemente percibirse como la mitad de 70 dB. Sin embargo, lo obvio era que la sensación de quietud con 35db, respecto de 70 dB, es mucho mayor que la que produciría una relación de 1 a 2. De hecho, sonoridad y tono son las dimensiones psicológicas de la experiencia auditiva, mientras que la potencia sonora en dB y la frecuencia en ciclos por segundo (hertzios) son respectivamente las dimensiones físicas del estímulo que provoca la sensación experimentada⁸. Ciertamente, la

potencia sonora en decibelios afectará indirectamente a la sonoridad.

Para estudiar desde el punto de vista psicofísico un estímulo auditivo, ya sea musical o de otro tipo, hay que tener en cuenta que una señal auditiva musical se convierte en estímulo a partir de la recepción por el oído de la señal sonora. Esta señal será portadora de energía medible en términos físicos; este estímulo será transformado por la acción de los órganos sensoriales y del cerebro para dotarle de su valor psicológico. Las dimensiones físicas incluyen la *potencia sonora* medida en decibelios y la *frecuencia* o concentración de energía medida en hertzios y, además, hay que considerar las ya mencionadas dimensiones psicológicas de *sonoridad* y *tono*.

Por tanto, aunque contamos con modelos cada vez más fiables de la función sensorial auditiva, al igual que ocurre con la función visual, la evaluación de la sensación sonora es mucho más compleja que la simple medida de las magnitudes. La señal sonora que se recibe puede cuantificarse en magnitudes físicas pero la sensación originada constituye una magnitud psicológica. Además no podemos ignorar las propiedades mecánicas del oído que varían de unas especies a otras⁹.

Ernst Heinrich Weber (1795-1878) estudió la relación cuantitativa entre la magnitud de un estímulo físico y cómo se percibe dicho estímulo. Esta relación fue reelaborada por Gustav Theodor Fechner (1801-1887) y actualmente se conoce como Ley de Weber-Fechner. Dicha ley establece que *el cambio mínimo perceptible en la magnitud de un estímulo es proporcional a la magnitud de ese estímulo*¹⁰⁻¹². Un ejemplo de la ley de Weber-Fechner aplicada al tempo musical nos ayuda a entenderla: la diferencia entre un tempo de 60 pulsos por minuto (bpm) y de 61 bpm es percibida como mucho mayor que el incremento en un pulso que se produce entre 200 bpm y 201 bpm. La misma relación la podemos en-

contrar cuando comparamos el cambio en intensidad medido en decibelios (por ejemplo, 30 dB a 31 dB, frente a 100 dB a 101 dB). Sin embargo, además de esta relación hay que tener en cuenta que la sensación sonora no depende únicamente de la intensidad física sino también de la frecuencia de la vibración. La sensación sonora depende de la frecuencia; por eso, para el oído humano, la percepción de dos tonos puros de distintas frecuencias pero de la misma intensidad física producen distintas sensaciones sonoras. Los estudios sobre curvas de igual sonoridad muestran que la percepción psicológica de la potencia de un estímulo no depende únicamente de su energía física medida en decibelios^{13,14}. Estas curvas de isoaltura subjetiva muestran que los sonidos que más se perciben por el oído humano, incluso en niveles de potencia sonora muy bajos, son los comprendidos entre los 1000 y los 6000 Hz. Así, un sonido de solo 10 dB y 1000 Hz es percibido como equivalente en potencia sonora a uno de 50 Hz y 45 dB (Figura 3).

El sistema visual también ha sido ampliamente estudiado. Por los trabajos de Zeki y otros autores sabemos que el cerebro en cuestión de décimas de segundo puede proporcionarnos diversos atributos de una imagen visual tales como forma, color, movimiento o profundidad. Hace décadas se descubrió una notable particularidad del procesamiento temprano de la señal: la existencia de células que responden selectivamente a ciertos rasgos del estímulo, como pueden ser un color determinado o el movimiento en una dirección específica o una orientación¹⁵. La Figura 4 muestra la respuesta de una célula nerviosa a un estímulo a través del incremento o descenso de la descarga eléctrica. Cuando la célula es estimulada con luces de distinta longitud de onda, responde selectivamente a una determinada longitud, aquí a la luz roja. Igualmente existen células nerviosas en la corteza visual especializadas en responder a la dirección de un movimiento, aquí al desplazamiento de una barra de izquierda a derecha, pero no lo hace cuando el movimiento se produce en sentido opuesto. Estos trabajos pioneros han permitido aventurarse años más tarde en el estudio de los correlatos neuronales de la belleza. La Figura 4 muestra también la actividad cerebral en el giro fusiforme medial, el área parahipocampal y en V3 asociada a categorías específicas entre los pares de comparaciones de estímulos pictóricos con elementos de retrato vs. no retrato, paisaje vs. no paisaje, bodegón vs. no bodegón y abstracto vs. no abstracto¹⁶. El estado actual de estas investigaciones sobre la relación entre el arte y el cerebro está recogido en dos obras muy sugerentes de Semir Zeki que se

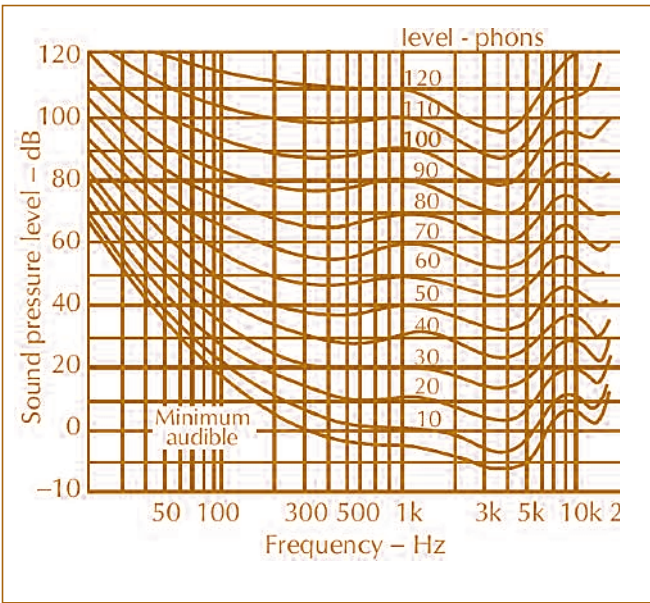


Figura 3. Curvas de isoaltura subjetiva (según D.W. Robinson y R.S. Dadson, 1956).

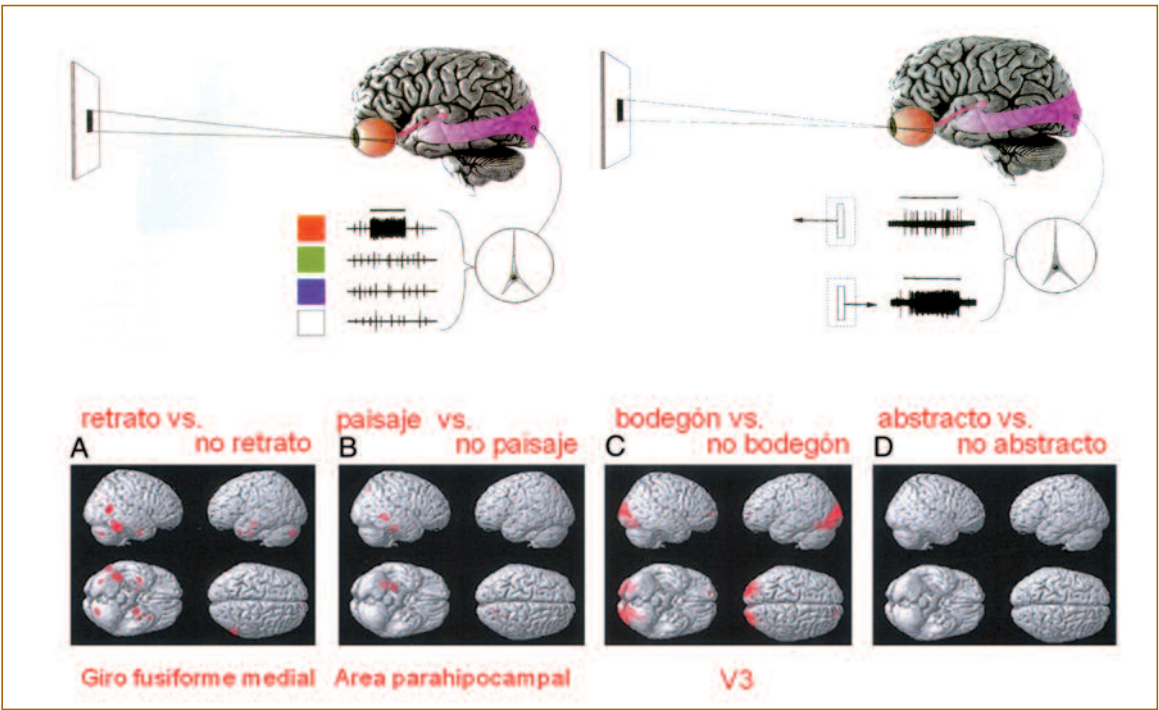


Figura 4. Respuesta selectiva de una neurona a la longitud de onda correspondiente al color rojo o a la dirección del movimiento de izquierda a derecha (Zeki, 1978). En la parte inferior actividad cerebral asociada a la presentación de diferentes estímulos pictóricos (Kawabata y Zeki, 2004).

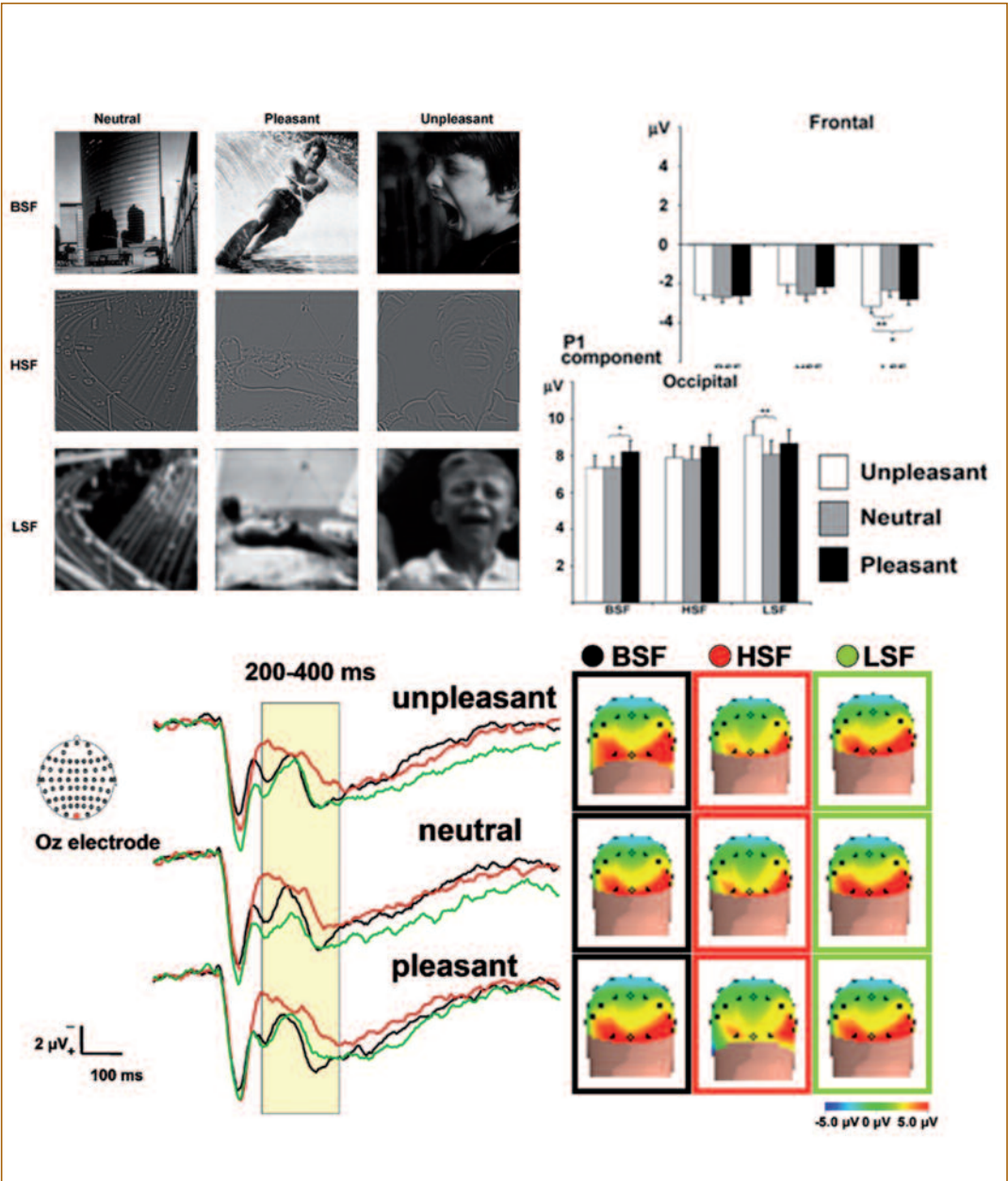


Figura 5. Los filtros de bajas frecuencias modulan el procesamiento cerebral temprano de imágenes con contenido emocional (Alorda *et al*, 2007).

motivacionalmente relevantes a través de la información transportada por las bajas frecuencias del estímulo¹⁹.

Finalmente, para concluir este apartado, donde se han esbozado algunas de las relaciones entre actividad cerebral y creación artística, hay que señalar que además de ser cada vez más frecuentes los trabajos de naturaleza experimental, tampoco faltan los datos anecdóticos que ilustran esta dependencia ineludible entre arte y cerebro. Dimitri Shostakovich en la Segunda Guerra Mundial sufrió una herida en el cerebro y tenía un trozo de metralla alojado en el ventrículo izquierdo. Sachs describe que cada vez que inclinaba la cabeza hacia el lado izquierdo el desplazamiento de la metralla dentro del ventrículo estimulaba el lóbulo temporal. Como resultado de esta excitación interna el compositor ruso “escuchaba” diferentes melodías musicales que luego utilizaba en sus composiciones²⁰.

EL HOMBRE COMO CENTRO DEL UNIVERSO

Filósofos y científicos han tratado de entender el sentimiento estético, en ocasiones manteniendo posturas enfrentadas. Sin embargo, lo que no plantea discusión alguna es la capacidad humana para crear arte y para reflexionar sobre el fenómeno tratando de entenderlo. El esplendor del arte en todas las culturas nos presenta el fenómeno artístico como algo universal. La lista de artistas (y también hombres de ciencia) es innumerable y, por citar solamente algunos, podemos acordarnos de Euclides, Praxiteles, Fidias, Apeles

han publicado en español^{17,18}. Por lo que se refiere a las propiedades afectivas la cualidad del estímulo es más reducida ya que únicamente puede tener un valor neutro o bien resultar agradable o desagradable, con distintos grados de intensidad. Sin embargo, los trabajos de Ekman sobre la expresión emocional de los afectos nos muestran la complejidad del estudio de los sentimientos estéticos que aumenta notablemente si pensamos que ante una obra de arte podemos experimentar emociones muy diversas. En relación con el procesamiento primario de los estímulos visuales hay indicios de que la señal conteniendo estas propiedades afectivas llega a la corteza visual primaria modulada a través de filtros de bajas frecuencias. La respuesta del sujeto ante imágenes emocionales filtradas con bajas frecuencias sugiere la existencia de un mecanismo rápido pre-atencional (Figura 5). Este mecanismo procesa los estímulos

o Vitrubio. Muchos de estos trabajos se han perdido aunque tenemos descripciones literarias de ellos. En ellos podemos apreciar el valor canónico e icónico de las representaciones que se repiten una y otra vez siendo universalmente alabadas. ¿Por qué se les otorga a estas obras ese reconocimiento tan amplio? Posiblemente la razón debemos buscarla en los valores intrínsecos que portan, más allá de la ejecución técnica y de los aspectos culturales específicos. Esto los convierte, de modo muy amplio, en objetos universalmente bellos y apreciados, vinculados muchas veces a las tradiciones de dioses y mitos. Un ejemplo lo encontramos en las variaciones de la *Afrodita Anadiómena* del pintor Apeles (Figura 6). La diosa madre surge adulta de la espuma cuando Cronos (Saturno en la mitología romana) arroja al mar los genitales que le ha cortado a su padre Urano. La iconografía de la Venus romana, o la Afrodita griega, se ha relacionado con la figura babilónica de la diosa Istar, la sumeria Innana y la Astarté fenicia. Muchos de estos arquetipos e ideas primordiales se encuentran, con diferentes estilos, en todas las culturas a lo largo de toda la historia del Arte. En la obra de arte final el resultado del tema elegido por un artista no es independiente del estilo que nos ayuda a establecer clasificaciones en el arte. Esto nos permite hablar de arte griego, egipcio, chino, renacentista o abstracto. ¿Qué tienen de común estas representaciones? ¿Qué papel juegan la psicología o la neuroestética en el “enigma del estilo”? Como dice Gombrich, “si el arte fuera sólo, o principalmente, la expresión de una visión personal, no podría haber historia del arte”. Aunque no todo es posible en toda época ¿qué hay de común en los diferentes estilos de representar la naturaleza para que todos ellos se puedan englobar en la categoría de arte? Ciertamente la estética no descansa únicamente sobre las bases de la exactitud en la representación convincente de la realidad. Hace tiempo que se ha abandonado el prejuicio de que la excelencia artística debe coincidir con la exactitud fotográfica. De hecho, la ilusión es parte esencial del proceso artístico y esta capacidad de percibir ilusiones está condicionada por la psicología de la percepción y por la actividad cerebral de la que dependen los procesos psicológicos. En el cuadro *Las Meninas* de Velázquez puede apreciarse cómo, al observar de cerca las pinceladas y las manchas de pigmento en la tela, este conjunto pictórico se transforma en una visión de realidad transfigurada al alejarnos de la pintura. No es posible aislar este efecto visual para aprehender simultáneamente las dos visiones de cerca y lejos, como si de una ilusión mágica se tratara²¹.

Algunos artistas como Velázquez, siguiendo la tradición de otros artistas renacentistas, jugaron un papel muy destacado en la búsqueda del canon de belleza tras la estela del arte grecorromano. El polifacético Leonardo da Vinci representa la búsqueda de un enfoque globalizador de la relación entre el hombre, la ciencia y el arte. Una síntesis de estas ideas la encontramos en *El hombre de Vitrubio* (c.1480) realizado en uno de sus diarios (Figura 7C). Leonardo estudia las proporciones del cuerpo humano a partir de los textos de arquitectura de Vitrubio. Este estudio anatómico busca la proporcionalidad del cuerpo humano para encontrar el canon clásico o ideal de belleza vinculando la arquitectura con el hombre. Para mostrar la existencia del canon inscribe al hombre en un círculo y un cuadrado siguiendo los ideales de la arquitectura. El simbolismo del cuadrado representaría la ley y el orden de las cosas terrenales creadas a partir de los cuatro puntos cardinales y los cuatro elementos: aire, agua, tierra y fuego. Al mismo tiempo le otorga la dimensión divina representada por el círculo, forma perfecta sin principio ni fin. Con ello realiza una interpretación de la naturaleza situando al hombre como centro y modelo del Universo en el proyecto global de las cosas. Estas ideas acerca de la existencia de valores ideales para expresar la belleza no son nuevas ya que pueden encontrarse en la matemática griega. Euclides consideró que, siguiendo a Platón, la belleza de un estilo, la armonía y la gracia depende de la simplicidad en todos los aspectos del universo. La belleza puede ser expresada a través de la geometría en términos físicos de proporción ¿Cuál es la pro-

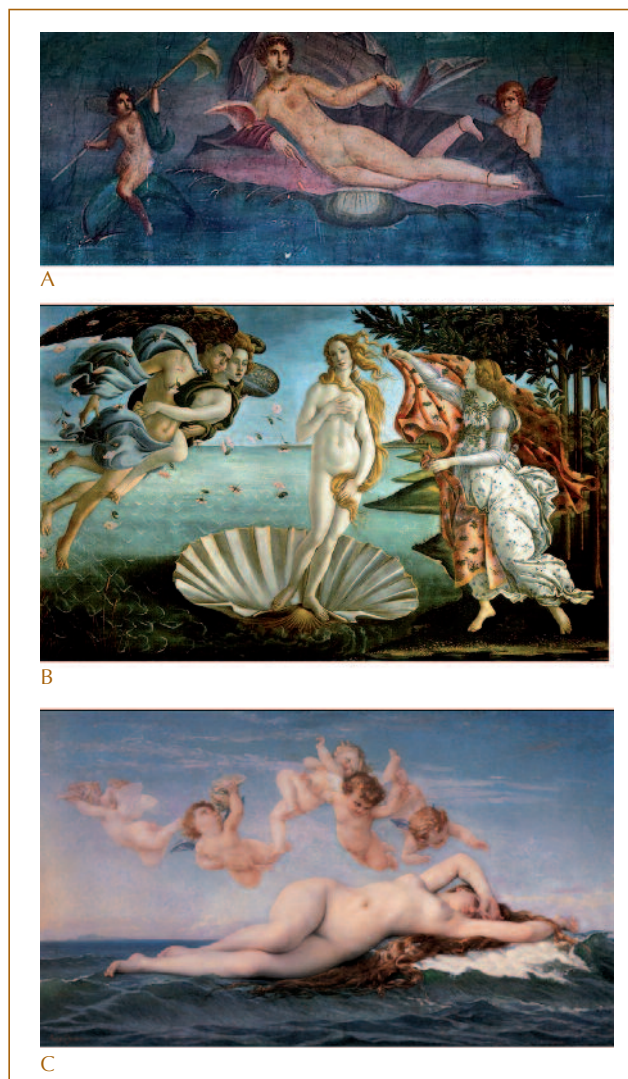


Figura 6. Imagen icónica de Afrodita naciendo de la espuma marina. A) *Venus saliendo del mar*, ca. 79 AC. Fresco, Casa de Venus, Pompeya. (Puede ser una copia romana de la *Afrodita Anadiómena* del pintor Apeles). B) Sandro Botticelli, *El nacimiento de Venus*, 1484, temple sobre lienzo, Galería Uffizi, Florencia. C) Alexandre Cabanel, *El nacimiento de Venus*, 1863, óleo sobre lienzo. Musée d'Orsay, París.

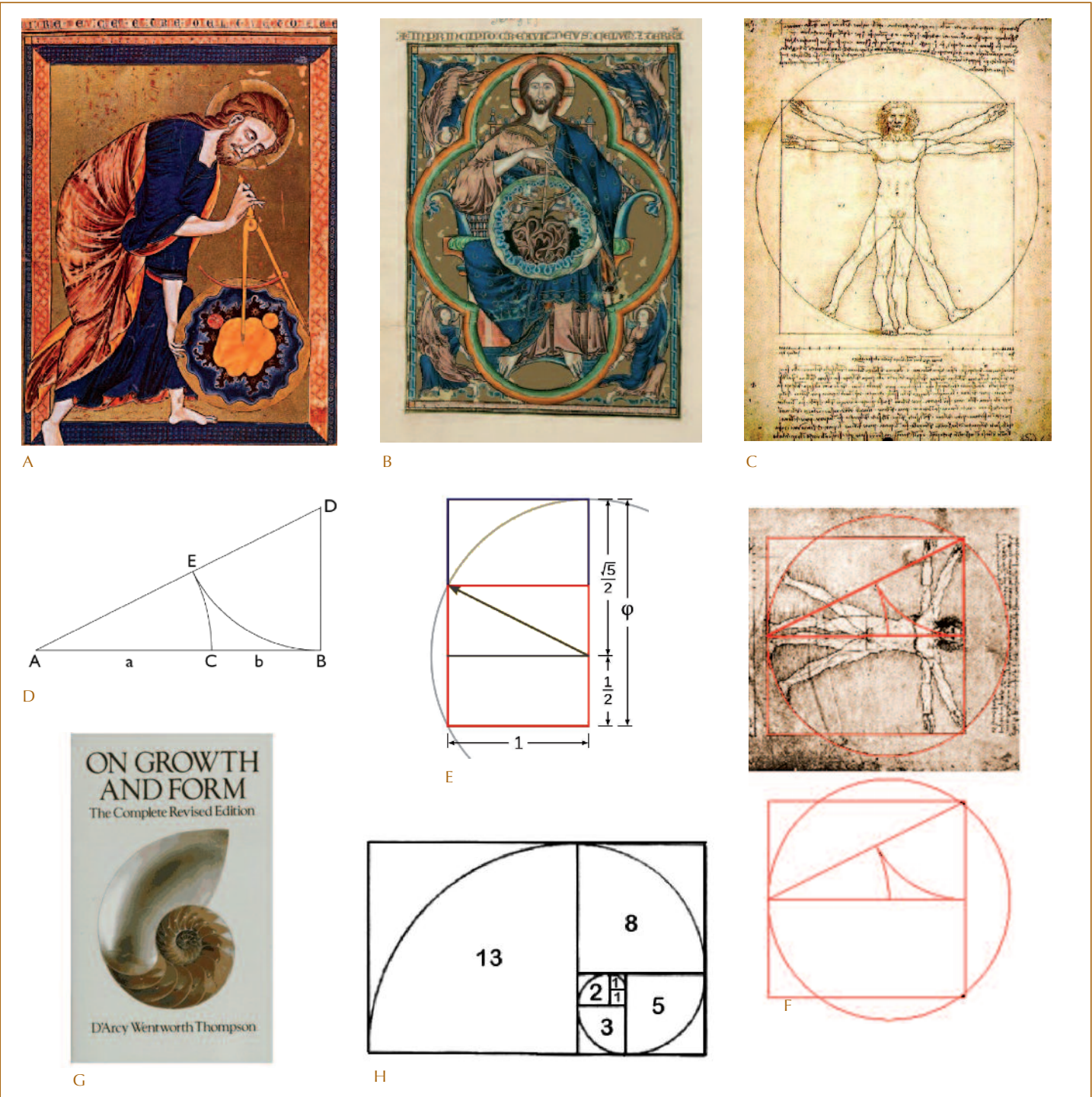


Figura 7. Geometría y proporción en el mundo. A) Anónimo, *Biblia pauperum* o *Bible Moralisée*, 1215, Biblioteca Nacional de Austria (frontispicio Dios Arquitecto del Universo). B) Anónimo, *Biblia de San Luis*, 1226-1234, Catedral de Toledo (frontispicio Dios Arquitecto del Universo). C) Leonardo da Vinci, *Hombre de Vitruvio*, ca. 1485/1490, Pluma, tinta y aguada sobre papel, Galleria dell' Accademia, Venecia. D) La proporción de Euclides: $a/b = a+b/a$. E) La sección aurea de Leonardo da Vinci. F) La “divina proporción” o sección aurea $a/b = (a+b)/a$ representada por el número phi= $\Phi=(1+\sqrt{5})/2=1,618034$. G y H) La sección aurea y la secuencia de Fibonacci en la naturaleza.

porción ideal? Euclides en su libro *Los Elementos* (libro VI, proposición 30) escrito 300 aC considera que la partición más simple y lógica de una magnitud en dos partes desiguales se encuentra cuando se parte armónicamente una recta en “extrema y media razón” de modo que $a/b = (a+b)/a$. Así, el segmento mayor es al menor como la suma de los dos segmentos (mayor y menor) es al mayor²². Tomando la unidad como valor total de la recta AB entonces la longitud del segmento mayor AC es $a=0,618$ y la del segmento menor CB es $b=0,382$ (Figura 7D). Luca Pacioli llamó “divina proporción” a esta relación entre a y b²³. Fue Piero de la Francesca quien probablemente inició a Luca Pacioli en el estudio de las matemáticas. Llega a Milán cumplidos los cincuenta años invitado por el duque Ludovico Sforza. Allí conoce a Leonardo da Vinci y se inicia una colaboración entre ambos. Será Leonardo quien realice los sesenta dibujos de poliedros para el código *De divina proportione* (Figura 8) y es precisamente quien acuña el término *sección au-*

rea (o triángulo áureo, rectángulo áureo...). Fue concluido en 1498 aunque se publicó once años más tarde²⁴.

¿Se había encontrado la proporción ideal que debe darse en la longitud y la anchura? ¿Resulta esta proporción más agradable y placentera para la contemplación estética o desde una perspectiva funcional? ¿Cuál es su valor? El valor resultante de dividir a/b es un número irracional (phi) $\Phi = (1 + \sqrt{5}) / 2 = 1.618033988...$ y esta ratio se encuentra frecuentemente en las estructuras naturales, en el arte y en la arquitectura. Pero las coincidencias no terminan ahí. Leonardo Pisano, Fibonacci, fue el introductor en el occidente cristiano del sistema indoarábigo de numeración en su *Liber Abaci* (1202) que fue rápidamente adoptado por los comerciantes italianos. Es conocido por haber descubierto la serie de números que lleva su nombre: 0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144... La sucesión se inicia con 0 y 1 y cada elemento nuevo de la serie se obtiene a partir de la suma de los dos anteriores. Una propiedad de esta serie es que la divina proporción, razón aurea, o número Phi es el límite al que tiende la división entre dos números consecutivos cualesquiera de la serie de Fibonacci.

Estas investigaciones renacentistas de Leonardo da Vinci o de Leon Battista Alberti acerca de la estética no vuelven a retomarse en la ciencia hasta mediados del siglo XIX. El alemán Adolf Zeising, interesado por la morfología, publica en 1854 *Neue Lehre von den Proportionem* (Figura 9A) y, un año más tarde, *Aesthetische Forschungen* (Figura 9B). Explica el papel destacado de las cualidades de la sección áurea que permite explicar no sólo ciertos aspectos de la belleza del arte (arquitectura, música), sino también los fenómenos de la naturaleza incluyendo a las plantas, a los animales e incluso el cuerpo humano²². En 1863 Helmholtz publicó *Die Lehre von den Tonempfindungen als physiologische Grundlage für die Theorie der Musik* (Figura 10). En la introducción nos habla del propósito del libro: conectar los límites de dos ciencias, la acústica física y fisiológica por un lado y la ciencia musical y estética por otro, ya que aunque tienen muchas afinidades naturales se han mantenido sin relación entre ellas. En el capítulo XIX sostiene que la belleza está sujeta a leyes dependientes de la naturaleza de la inteligencia humana. La dificultad para comprender las razones de la belleza de una obra de arte radica en que las leyes y reglas de las que depende la belleza y con las que debe ser juzgada no es algo de lo que la mente sea consciente, ni en el sujeto que crea la obra de arte, ni en quien la contempla. La creación artística se produce sin que el artista sea consciente ni de la ley ni de la meta perseguida. Una obra que pueda ser reconocida como un mero producto de la inteligencia nunca podrá ser aceptada como una obra de arte²⁵. Por tanto, en el estudio sobre las sensaciones de tono como base fisiológica para la teoría de la música se tratan de sentar las bases de la psicofísica de la percepción musical. Sin embargo, para Helmholtz la comprensión de las leyes físicas por las que se crea la obra de arte quedaría fuera del alcance de la psicofísica. Dentro de esta corriente experimental alemana destaca también Theodor Fechner, otro de los fundadores de la psicofísica al que como a Helmholtz ya hemos mencionado también más arriba. En 1876 publicó *Vorschule der Aesthetik*. Con sus métodos psicofísicos Fechner estudió experimentalmente el fenómeno estético.

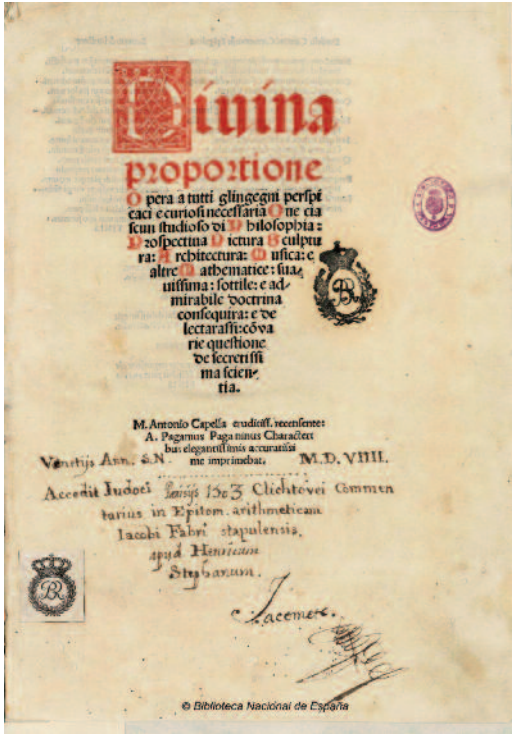


Figura 8. Luca Pacioli (1508). *Divina proportione opera a tutti gl'ingegni perspicaci e curiosi necessaria oue ciascun studioso di philosophia*. Ejemplar de la Biblioteca Nacional de España.

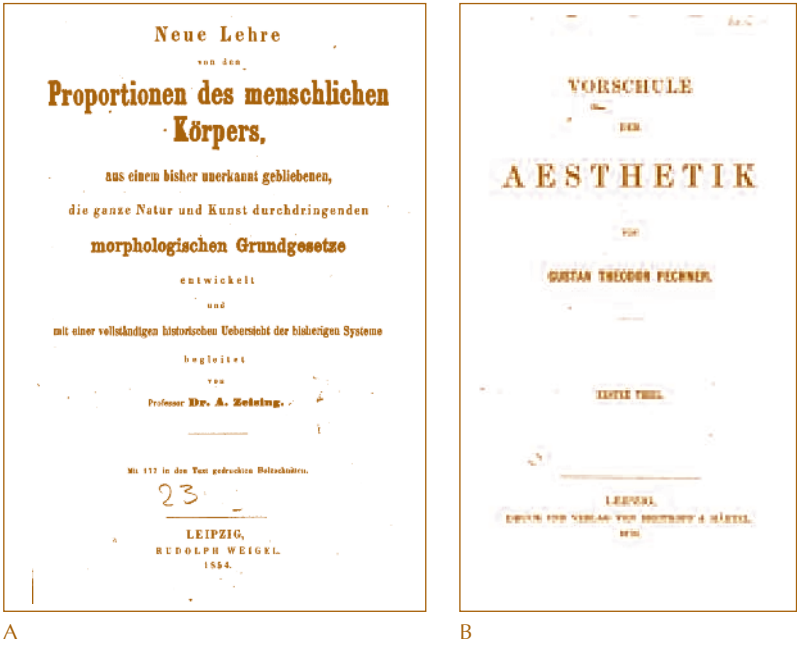


Figura 9. A) Adolf Zeising (1854) *Neue Lehre von den Proportionem*. B) *Aesthetische Forschungen*.

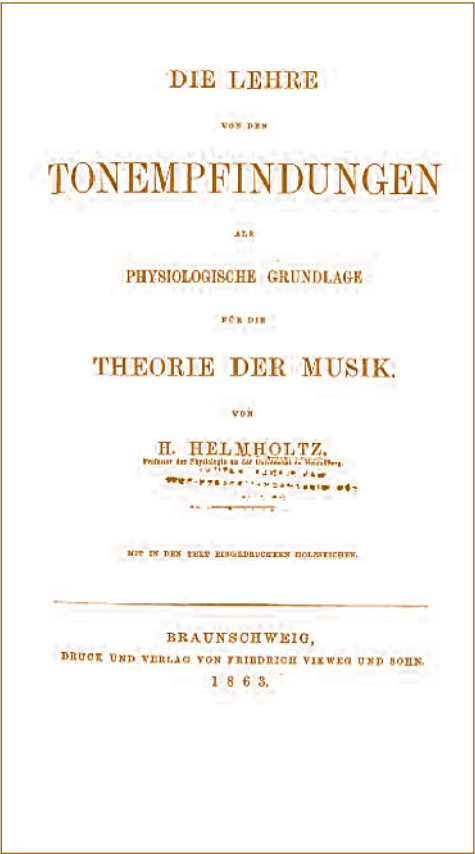


Figura 10. Helmholtz (1863). *Die Lehre von den Tonempfindungen als physiologische Grundlage für die Theorie der Musik*.

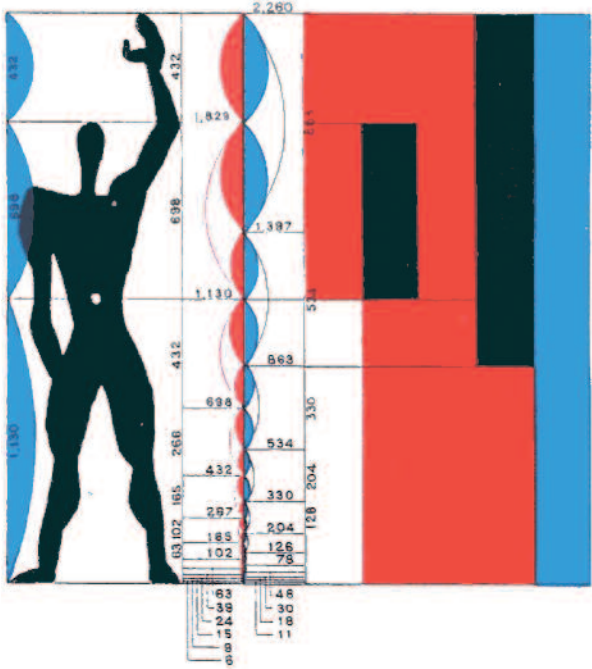
co²⁶. Por ejemplo, para medir la impresión estética sus sujetos debían escoger entre una serie de triángulos de diferentes proporciones aquél que les resultase más agradable. El triángulo preferido fue el que guardaba una proporción entre sus lados de 34/21 que equivale a 1,69 (o número áureo). Pocos años después, en 1917, el psicólogo experimental americano Edward Thorndike obtuvo resultados semejantes. La preocupación por entender el arte y su relación con los fenómenos psicológicos o el funcionamiento del cerebro se extiende por todos los ámbitos culturales y científicos. Arquitectos, matemáticos, neurólogos o matemáticos prestigiosos, abordan el fenómeno de la estética. George Birkhoff propone una teoría matemática de la estética²⁷. En 1920, el mismo año en que Ortega y Gasset, Lafora y Sacristán fundan en España la revista *Archivos de Neurobiología, Psicología, Fisiología, Histología, Neurología y Psiquiatría*, Ozenfant, Le Corbusier y Dermée presentan *L'Esprit Nouveau*, una revista de estética que relacionaba el arte, la ciencia, la política y la economía. En el editorial del primer número se afirma “El espíritu que preside los trabajos de esta revista es el que anima a toda investigación científica. Somos hoy ya bastantes los estéticos que creemos que el arte está sometido a leyes como ocurre con la fisiología o la física... Queremos aplicar a la estética los mismos métodos que la psicología experimental con toda la riqueza de medios de investigación que ésta posee hoy; queremos en definitiva trabajar para constituir una estética experimental”²². Como ejemplo de ley estética citan la proporción áurea ya que “es una ley estética que, por otra parte, no es más que una ley física y matemática que percibe nuestra sensibilidad”. Este espíritu impregna muchos trabajos durante tres décadas y en 1951 tie-

ne lugar en Milán el *Primo Convegno Internazionale sulle Proporzioni nelle Arti: De Divina Proportione* con la participación de destacados pintores, arquitectos y matemáticos. Un año más tarde el arquitecto español José Luis Sert, exiliado en Nueva York, organizó en el MOMA un nuevo encuentro sobre la *Divina Proporción* con la misma hipótesis rectora: “si una obra de arte, un cuadro, un edificio, una ciudad, están en relación con el hombre y con el mundo que lo rodea, sus proporciones han de estar en relación con aquellas que gobiernan la estructura de este mundo; con el estudio y el conocimiento de cómo usar estas proporciones, el trabajo del artista se aproximará a las obras de la naturaleza y, consecuentemente, al hombre mismo... la disciplina geométrica nunca ha truncado las grandes obras del pasado sino que... [ha proporcionado]... a los artistas una mayor libertad. No se puede decir que las leyes geométricas hayan limitado la variedad de conchas que encontramos junto al mar, ni tampoco las estructuras de las plantas”²². En los siguientes encuentros se abandonó la referencia a la “divina proporción” para no limitarse exclusi-

vamente a la perspectiva adoptada durante el renacimiento y se optó por abordar el problema estético de modo más general: *Simetría, Armonía de los Tiempos Modernos*. En 1957 el debate se centró sobre la proposición de que “los sistemas de proporciones hacen el buen diseño más fácil y el mal diseño más difícil” El título hacía referencia al comentario de Einstein sobre El Modulor²⁸: “Es una gama de proporciones que hace lo malo más difícil y lo bueno fácil”²² (Figura 11).

¿Cuáles son pues las virtudes del culto a la razón aurea cada vez más extendido en muchas disciplinas? Ciertamente ante algunas aproximaciones que pueden resultar en exceso voluntaristas se impone un cierto pragmatismo. Por ejemplo, son prometedores los estudios realizados por los psicólogos sobre las preferencias de los sujetos por figuras que se ajustan a un rango que

Figura 11. Modulor. Le Corbusier creó este medidor armónico a escala humana aplicable universalmente a la arquitectura y a la mecánica basándose en la razón áurea y en los números de Fibonacci y las medidas habituales en el cuerpo humano. Por ejemplo, la razón entre la distancia del ombligo al suelo (1130 mm) del ombligo a la cabeza (698 mm) es aproximadamente el número Fi (1.618...).



se mueve alrededor de la sección áurea. ¿Cómo podemos interpretar esta variabilidad reducida en torno a un valor esperado? Por otra parte, puede que sea un error pensar que en el desarrollo del caparazón de un cefalópodo como el Nautilus el número phi juega un papel importante. Las mediciones efectuadas por Sharp muestran que las diferentes rotaciones de la espiral no se ajustan a una espiral de sección áurea. Sin duda la sección áurea es un tema de investigación fascinante que genera continuamente nuevas ideas pero necesitamos disponer de muchos más estudios que nos proporcionen un soporte lógico que vaya más allá de la mera intuición²⁹.

Para acabar este apartado merece la pena comentar brevemente el fenómeno de la ilusión en las obras de arte tanto desde la perspectiva visual como cognitiva. Ya hemos visto un ejemplo de este efecto de ilusión en las pinceladas compositivas de Velázquez. También, en relación con la función del color en el arte, se han estudiado a lo largo de la historia los efectos de las combinaciones de colores sobre la percepción visual y su capacidad para provocar en el espectador diversas emociones que van más allá de la calma o la excitación. En particular, desde una perspectiva fundamentalmente sensorial -no cognitiva ni emocional- los impresionistas mostraron la ilusión de la creación del color. Este efecto se produce cuando el espectador interpreta el color que ve a partir de los diferentes puntos de color que se inicialmente se proyectan sobre su retina para que posteriormente esta información sea procesada por el cerebro. Por ejemplo, una combinación de puntos de color rojo y azul colocados sobre el lienzo en contigüidad son percibidos, cuando el espectador se aleja de la pintura, como un conjunto vibrante de color púrpura. Este color final no está físicamente en el lienzo sino que es una ilusión creada por el cerebro.

Estudiar cómo percibimos las ilusiones ayuda a comprender el funcionamiento del cerebro. Un tratado de Luca Pacione, *De Viribus Quantitatis*, recoge una serie de juegos de prestidigitación que, al parecer, en su mayor parte fueron ideados por Leonardo^{23,30}. Es llamativa esta temprana preocupación de Leonardo por los fenómenos de la magia y las ilusiones perceptivas en relación con los fenómenos estéticos y perceptivos. Estas observaciones de Leonardo son complementarias de sus trabajos sobre la ilusión de la perspectiva. ¿Es posible que Leonardo estuviera fascinado por cómo se puede manipular en el ser humano la atención y la conciencia? No lo sabemos, pero es curioso este interés por la ilusión mágica ya que, en apariencia, los trucos de magia solamente serían un asunto trivial. Ya se ha visto que Helmholtz, en su estudio sobre la sensación del tono, argumentaba que la creación artística se producía sin que el autor fuera consciente de las leyes que están detrás de su obra. ¿Qué papel desempeñan la atención y la conciencia en el procesamiento de la información sensorial? ¿Y la cognición? En este libro puede consultarse el capítulo de Valle-Inclán para intentar entender el papel de la atención y la conciencia³¹.

En los estudios de percepción los científicos han utilizado las ilusiones visuales para tratar de entender el funcionamiento del sistema visual. Más recientemente los psicólogos Martínez-Conde y Macknik se han valido de las ilusiones producidas por los trucos de magia para dilucidar los fundamentos de la cognición. La ilusión de la magia es una manifestación del arte del prestidigitador que es capaz de intuir cómo puede manipularse la atención y la conciencia humana (Figura 12). Estudiando a los magos y sus técnicas los neuropsicólogos pueden aprender a manipular mejor en el laboratorio los procesos de atención y la conciencia mejorando sus experimentos³²⁻³⁴.

EL CEREBRO, LAS REPRESENTACIONES ABSTRACTAS Y EL ARTE

¿Hay principios universales que rijan la organización y funcionamiento del cerebro? ¿Los cerebros de distintas especies tienen elementos comunes y otros que los diferencian en sus capacidades? ¿En qué consisten estas diferencias? ¿El principio de la continuidad biológica entre los animales puede ayudarnos a



Figura 12. Portada de *Nature Reviews Neuroscience* (2008).

entender el proceso de creación artística?

El cerebro es un órgano que procesa información y la organiza para actuar mediante el empleo de reglas, la formación de conceptos y la creación de representaciones abstractas. Los psicólogos del aprendizaje han estudiado las capacidades de los animales para manejar representaciones abstractas del tipo igual/diferente, o mayor/menor^{35,36} y, cómo no, la expresión del amor o la belleza³⁷⁻³⁹ y las emociones ligadas al arte en los seres humanos⁴⁰.

El cerebro y el arte buscan las constantes y aspectos esenciales que están presentes en el mundo que les rodea. Partiendo de esta idea Zeki propone estudiar sistemas alejados unos de otros y limitarse a unos pocos ejemplos icónicos. ¿No puede ser, sigue diciendo Zeki, que se utilice siempre el mismo método de la formación de conceptos, tanto en los procesos perceptivos más simples como en otros campos tan alejados entre sí como son las matemáticas, el arte, la música o la literatura? ¿Cuál es el secreto del éxito de una obra de arte? ¿Cómo consigue un artista “dar en el clavo” y conseguir que su obra funcione y nos conmueva? ¿Por qué en todas las culturas hay obras y leyendas que siguen inspirando y conmoviendo a millones de personas? Hay iconos, con elementos comunes universales, que no han perdido importancia a lo largo del tiempo. Incluso han aumentado. La respuesta a esta pregunta la pone Zeki en unas palabras de Thomas Mann: *“Para que un producto intelectual de cualquier tipo pueda influir de modo inmediato, profundo y duradero debe poseer armonía interna... una afinidad entre el destino personal de su autor y el de sus contemporáneos en general. Los hombres no saben por qué se gana fama por una obra y no por otra... la verdadera razón del aplauso... es afinidad”*¹⁸.

La percepción visual de un objeto artístico se ve afectada por diferentes factores como son el color, la forma, la textura o el contenido y la forma de representar la realidad. Sin duda el Arte está influido por valores culturales pero cabe preguntarse si detrás de todo esto existen predisposiciones artísticas marcadas biológicamente. ¿Hay elementos de estética universal en la naturaleza capaces de interactuar con los símbolos culturales? Por otra parte, la contemplación de la obra de arte no nos deja indiferentes, pudiendo llegar a afectarnos tal como se ha descrito en el síndrome de Stendhal. La cultura implica relación social y no es posible la interacción social que se establece entre los miembros de un grupo sin la existencia de fuertes vínculos emocionales. Por eso es necesario, para entender la producción del fenómeno artístico, comprender mejor las bases neuronales de los estados emocionales. El arte y la literatura, al igual que otras nociones abstractas como el amor, la belleza, la justicia o la moralidad, son productos del cerebro. Como señala Zeki, *“al servicio de estos estados la humanidad ha alcanzado la cumbre de la felicidad y las profundidades de la desesperanza y en el proceso ha creado obras de arte, literatura y música”* tanto para nuestro disfrute como para enriquecer nuestro conocimiento^{17,18}.

Parece, por tanto, que apreciar el valor estético una obra de arte puede inducirnos sentimientos estéticos. Ciertamente el placer que podemos experimentar puede ser una de las emociones por la que nos resulta agradable y por la que nos atrae. Pero el cine, el teatro, la poesía, la fotografía, la pintura o la música puede llevarnos a disfrutar emociones diversas, más allá del placer. Nuestras emociones y preferencias pueden estar sesgadas y distintos individuos o el mismo individuo en distintos momentos puede disfrutar emociones diversas como reír, llorar o pasar miedo o sentirse atraído por el erotismo, la calma o la acción o el suspense. Escuchar *Las Bodas de Figaro* puede hacer que nos sintamos alegres, pero también podemos disfrutar con el *Réquiem* de Mozart. Igualmente podemos encontrarnos con emociones parecidas escuchando obras de los Beatles o ante un partido de fútbol. Otras obras son más perturbadoras que bellas y somos sensibles a estas diferencias que permiten clasificar a las obras de arte y a los grandes autores para diferenciarlos de otros menores. Un cuadro puede ser sublime o simplemente inquietante, resultar agradable o inspirar calma.

Sabemos por los trabajos de Ekman, que confirmó las hipótesis de Darwin, que la expresión facial de las emociones básicas tiene un origen biológico y no es un producto cultural como pensaban los antropólogos⁴¹.

¿Puede tener también el sentimiento estético y su expresión a través del arte una fuerte raíz biológica? ¿Hay una base biológica que impulsa el proceso de creación artística ya que las emociones parecen estar involucradas? Denis Dutton en su libro *El Instinto del Arte* manifiesta en su introducción que “ha llegado el momento de abordar las disciplinas artísticas teniendo en cuenta la teoría de la evolución de Charles

Darwin, y hablar por tanto sobre el instinto y el arte⁴². Trata de justificar, con numerosos ejemplos, que las preferencias artísticas del ser humano son rasgos evolutivos moldeados por selección natural. No son, por tanto, simples construcciones sociales o culturales como se había supuesto históricamente. El amor por la belleza es algo innato y por ello los gustos artísticos son universales. Los artistas expatriados rusos Vitaly Komar y Alex Melamid obtuvieron financiación para un audaz proyecto para estudiar el grado de universalidad en las preferencias artísticas de personas procedentes de diez países distintos. Supervisaron la realización de una detallada encuesta llevada a cabo en esos países. Suponían que todos sentirían predilección por paisajes, en particular, los que combinan imágenes de agua y árboles al fondo porque evocan nuestros orígenes en la sabana africana. A todos los participantes se les preguntó por sus animales y colores favoritos o por sus preferencias entre una escena interior o un paisaje, o por imágenes de jóvenes frente a ancianos, por los sujetos vestidos o desnudos, o por la presencia de rostros famosos frente a caras desconocidos. Los resultados dieron lugar a la realización en 1993 de *La pintura preferida de América* y de otros países. En sus páginas de internet pueden verse las pinturas más y menos deseadas⁴³. Repitieron la experiencia con el artista Dave Soldier realizando un disco que contiene dos canciones, una es la más deseada y otra la menos deseada (Figura 13). Curiosamente, en el momento de escribir estas líneas, el servidor de canciones *Spotify*, en las preferencias de descargas de los usuarios, puntúa con uno sobre diez a la canción menos deseada. La más deseada ni siquiera obtiene ese punto.

¿Niegan estos resultados empíricos que exista una base biológica para el sentimiento estético? ¿O reflejan simplemente que el trabajo de estos artistas fue una experiencia audaz realizada con herramientas muy toscas y estudios insuficientes? A pesar del entusiasmo de muchos autores defendiendo las bases biológicas de la experiencia estética, lo cierto es que, a pesar de la larga tradición filosófica de estudios sobre este tema, los estudios científicos están en sus comienzos. Hay abundantes indicios que muestran una obsesión universal por alcanzar la belleza en los objetos, tanto fijos como móviles, tanto perdurables como efímeros. De hecho, el arte no se expresa únicamente en la creación de objetos perdurables en el tiempo.

EL ARTE EFÍMERO

Ya se ha comentado la observación de Santayana de que la humanidad ha dedicado gran cantidad de esfuerzo e ingenio a la producción de obras de arte. Un elemento esencial buscado en la obra de arte ha sido el tener en cuenta el efecto que ejerce sobre los sentimientos estéticos de uno mismo y de los demás. Es inquietante pensar en el arte efímero, un fenómeno que también es universal. En todas las culturas los hombres son capaces de invertir mucho tiempo y bienes materiales para poder disfrutar de objetos o situaciones de corta duración. Los arcos de triunfo de la antigüedad, las calles adornadas y los estrados o balcones sirven para adornar la entrada de héroes olímpicos o reyes. Igualmente nos atraen los fuegos de arti-



Figura 13A. La pintura preferida de América: Vitaly Komar y Alex Melamid (1993). *The Most Wanted Paintings on the Web*.



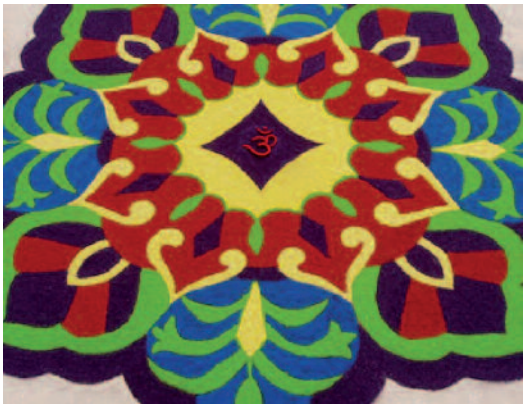
Figura 13B. La pintura más detestada de América: Vitaly Komar y Alex Melamid.



Figura 13C. La canción preferida y la canción más detestada. Dave Soldier and Komar & Melamid (1996). *The People's Choice Music*.



A



B



C



E



D

Figura 14. Arte efímero. A y B) Rangoli: expresión creativa de arte a través del empleo del color. C) Fuegos artificiales. D) Mujer Tuareg en Níger. E) Kim Ah Joong, imagen de la marca de belleza Oui.

ficio, las fallas de Valencia, los carnavales de Venecia, las esculturas y construcciones de arena, las esculturas de hielo, o pinturas de arena o de arroz, que ejercen una fascinación capaz de atraer a las multitudes para participar de la fiesta y poder disfrutarlos *in situ* y por poco tiempo⁴⁴. *Rangoli* es una palabra sanscrita que significa expresión creativa de arte a través del empleo del color. En la India se utiliza polvo de arroz coloreado para adornar fachadas de viviendas humildes o los suelos de las calles. También se emplean pétalos de flores en este arte floral de la India (Figura 14). En España se utilizan ramos enteros en la ofrenda floral a la Virgen del Pilar en Zaragoza o arbustos aromáticos en el Corpus de Toledo. Se diseñan jardines costosos,

con hileras de árboles y macizos de flores, dispuestos artificialmente, que exigen cuidados permanentes simplemente para disfrutarlos. Pero la belleza efímera no se encuentra sólo en lo grande. También se disfruta con un jarrón de flores o con un bonsái convertido en microjardín, duradero pero costoso.

Todos los seres humanos valoran la belleza y la contemplación de la naturaleza y de las flores se remonta sin duda a los orígenes de la humanidad. Las flores están presentes en los enterramientos y las ofrendas florales a los dioses forman parte de los rituales religiosos. Las rocas y las flores son abundantes en la naturaleza y el hombre es capaz de sentirse atraído por algunas de sus formas. Muchos niños practican espontáneamente el pasatiempo de buscar y coleccionar piedras con formas estéticamente sugerentes, o arrancan flores para formar ramos. ¿Reflejan estos comportamientos una predisposición de la natu-

raleza humana? Hay culturas en donde esta afición infantil se ha transformado en un arte con connotaciones espirituales y filosóficas. El arte japonés del *Ikebana* busca encontrar la belleza y la armonía emocional en la espiritualidad de las formas asimétricas y en sus orígenes, como muchas de las manifestaciones artísticas, está ligado a las élites sociales. Este es también el caso del *suiseki* que consiste en la búsqueda y contemplación de piedras formadas por la naturaleza y que son capaces de sugerir paisajes, hombres, animales y otros objetos⁴⁵. Los monjes budistas apreciaron y respetaron los paisajes en miniatura por sus valores religiosos y estéticos que evocan montañas sagradas, paraísos o moradas de los dioses o las fuerzas complementarias del universo. Y los samuráis exigían a la población la entrega de cualquier *suiseki* encontrado en sus dominios (Figura 15).

El asunto parece inagotable y los ejemplos de objetos de todo tipo, con valor estético, abundan por todas partes. Las primitivas máscaras, los cuerpos pintados de colores, los tatuajes, el maquillaje, la peluquería, los perfumes y el vestido se han convertido en la actualidad en un negocio. ¿Qué hace posible que seamos capaces de dedicar buena parte de nuestro presupuesto al consumo de estos objetos? ¿Cuáles son los elementos que deciden al consumidor? Gran pregunta para los estudiosos del mercado, responderla

permitiría anticipar el éxito en el consumo de un producto. La respuesta de por qué lo consumimos parece más sencilla: nos hace sentirnos más atractivos y seguros ante los demás y ante nosotros mismos y esto resulta agradable. ¿Cuáles son los elementos que hacen placenteros estos objetos y nos transmiten seguridad emocional? El éxito de los diseñadores depende de que sean capaces de encontrar las claves que los convertirán en atractivos. Uno de los objetos que ha impulsado el comercio desde la antigüedad es la vestimenta. Producir ropa es un arte efímero. Históricamente los textiles fabricados con seda, oros, damascos, tintes deslumbrantes o adornos preciosos han tenido un alto valor pero son escasas las prendas que han llegado hasta nuestros días debido a la dificultad de su conservación. En la actualidad la producción de prendas de vestir tiene un alto valor. Esta revolución artística se produjo en el siglo XX de la mano de modistos como Cristóbal Balenciaga que representó la quintaesencia de la elegancia en el vestir femenino. Supo como nadie adaptar sus prendas a una nueva estética que captaba los deseos de liberación de la mujer, dispuesta a desempeñar un nuevo papel en la sociedad. Pero tras este arte de Balenciaga se encuentra, una vez más, el respeto a la interpretación de las formas clásicas y universales. En sus trajes puede apreciarse la intencionada inspiración en la pintura del siglo de Oro español (Figura 16). Balenciaga era consciente de su trabajo como artista integral que se inspiraba en el arte y expresaba claramente sus metas: *“Un buen modisto, dijo, es escultor para las formas, músico para la armonía, pintor para los colores y arquitecto para las líneas. El éxito no es sinónimo de prestigio. El éxito es efímero y el prestigio permanece”*⁴⁶. No cabe duda de que Balenciaga fue un artista que tuvo ambas cosas.



Figura 15. A) Ikebana. B) Suiseki. C) Bosque de bonsáis. D) Ceremonia del té. E) La Venus de Tan-Tan Venus, Marruecos, 400.000 años, *Current Anthropology* 44 (3).

¿ES ARTE LA PINTURA ANIMAL?

Las manifestaciones artísticas humanas (pintura, literatura, música, arquitectura, etc.) son productos de la actividad del cerebro del *homo sapiens*. Si admitimos que esto es así, entonces podemos plantearnos si estas manifestaciones son específicamente humanas o por el contrario también existirían otras especies capaces de compartir con nosotros esta capacidad, al menos en cierta medida. Los estudios de psicología comparada han dado respuesta a algunas cuestiones, no directamente relacionadas con la capacidad estética, pero sí con un cierto grado de razonamiento abstracto. Esta capacidad parece estar presente también en algunas especies animales, aunque la controversia se sitúa enfrentando las ideas de Descartes a las de



B



C

Figura 16. Cristóbal Balenciaga, costura, diseño y arte del siglo de Oro español.

Darwin. Para Descartes los animales no tienen mente y actúan como autómatas, de forma puramente mecánica ya que no son capaces de pensar. ¿Por qué? Algunos psicólogos piensan que pensamiento y lenguaje están inseparablemente relacionados, y sin lenguaje, que es el vehículo del pensamiento, no puede existir inteligencia animal. La otra postura, meridianamente enunciada por Darwin, es que *“la diferencia entre la mente del ser humano y la mente de los animales más evolucionados... es de grado y no de tipo”*⁴⁷. Es cierto que a veces se tiende a sobreestimar las capacidades de los animales aunque en otras ocasiones ocurre lo contrario y se les atribuye capacidades que es dudoso que posean, al menos no en el grado en que las poseen los humanos. Sin embargo, hay experimentos que muestran que son claramente capaces de adquirir reglas abstractas que les ayuden a realizar una tarea distinguiendo conceptos tales como igual/diferente o mayor/menor en términos de fracciones (mitad, cuarto, tercio), o resolver problemas usando razonamientos del tipo A es a B como C es a X o mediante el empleo de inferencias causales. Chimpancés, perros o cerdos poseen algunas de estas notables habilidades que implican capacidad de abstracción (aunque puedan carecer de otras que parecería que pudieran estar a su alcance). También las psitácidas (papagayos, periquitos, etc.), las cacatúas o los córvidos son capaces de mostrar capacidad de razonamiento que podría denominarse abstracto. El criterio que se utiliza para valorar este tipo de habilidad es la ganancia en el tiempo de aprendizaje para realizar una tarea. Por ejemplo, la tarea puede consistir en discriminar entre una combinación de dos colores AA o BB, frente a AB o BA. Al animal se le pide que responda sobre la tecla 1 cuando la combinación son dos estímulos *iguales* y sobre la tecla 2 cuando son *diferentes*. Después de un cierto número de ensayos las palomas y los chimpancés son capaces de responder adecuadamente. ¿Quiere esto decir que estas especies son capaces de entender el concepto abstracto *igual/diferente*? ¿O puede

que hayan aprendido a resolver el problema por un método de aprendizaje por ensayo y error? Para responder a esta cuestión los animales son enfrentados a una situación nueva donde la respuesta correcta para la combinación XX (*igual*) vuelve a estar relacionada con la tecla 1 mientras que la tecla 2 está relacionada XY. Si el animal ha aprendido el concepto igual/diferente ahora se producirá una ganancia en el aprendizaje y resolverá el problema en muchos menos ensayos. Por el contrario, si simplemente ha aprendido a discriminar entre esos pares de combinaciones por ensayo y error entonces el animal necesitará invertir mucho más tiempo hasta que se aprenda la nueva discriminación. Las palomas vuelven a necesitar gran cantidad de tiempo, mientras que en los chimpancés se ha producido una ganancia en el aprendizaje. Algunas especies animales son incapaces de acortar el tiempo de aprendizaje para realizar estas tareas mientras que otras parecen aprender conceptos abstractos del tipo igual/diferente y lo utilizan como regla para encontrar la solución al nuevo problema con gran rapidez⁴⁸.

A la vista de estas capacidades de los animales podemos avanzar un paso más y preguntarnos: ¿es arte la pintura animal?. Los estudios de psicología comparada han mostrado que algunas especies poseen no-

tables capacidades cognitivas que les permiten resolver problemas complejos, utilizar y construir herramientas o comprender situaciones sociales. Sabiendo que algunas especies poseen estas capacidades podríamos preguntarnos si son, por tanto, capaces de realizar -o no- obras de arte. Sin embargo, no es sencillo responder a esta pregunta, porque en primer lugar deberíamos dilucidar qué es el arte. Un enfoque alternativo, y más práctico, consiste en buscar comportamientos en animales que pudieran ser caracterizados como artísticos.

Algunos chimpancés como Josie, del Zoo Twycross de Inglaterra, han realizado obras inquietantes que han encontra-



A



B

Figura 17. ¿Pintura o arte animal? Pinturas de Chimpancés. A) Audra Allen con Rickey en East Hampton. B) Acrílico sin fecha del chimpancé Congo.

do compradores. Las pinturas del fallecido Congo subastadas en 2005 se vendieron por 25000\$⁴⁹. Como puede verse en la Figura 17 se trata de obras no figurativas que podrían pasar por lienzos realizados por un artista humano. Quizás no resulta tan sorprendente si pensamos que después de todo la capacidad de combinar los colores o la fluidez o densidad de la pincelada es un producto de nuestra actividad cerebral y biológicamente estamos estrechamente emparentados con los chimpancés.

Los elefantes son también animales a los que se les atribuyen notables capacidades mentales y conviven desde hace siglos con los seres humanos. No poseen la capacidad manipulativa que los primates desarrollan con sus extremidades pero han mostrado notables habilidades con la trompa. La industrialización del sudeste asiático amenazó seriamente la supervivencia de estos animales de carga ya que mantenerlos resultaba costoso.

Los artistas Komar y Melamid, de los que ya se ha hablado aquí, se propusieron salvar a los elefantes de Tailandia creando lo que llamaron “academias de arte para elefantes”. Algunos elefantes de zoos (por ejemplo, Ruby en Phoenix, USA) generaban ingresos cuantiosos. ¿Era posible enseñar a pintar a los elefantes asiáticos y atraer turistas a las reservas para recaudar fondos? Los elefantes, afirmaba Vitaly Komar, durante miles de años vienen realizando misteriosos caracteres sobre el terreno ayudándose de piedras y palos. El arte de los elefantes sólo les resulta novedoso a las personas pero no es desconocido para los elefantes. ¿Pintar es algo natural para los elefantes, como afirmaban Komar y Melamid? Después de entrenar a pintar al elefante Renee en el zoo de Toledo, Ohio, se trasladaron a Tailandia para desarrollar el proyecto *Asian Elephant Art*. Trabajaron durante cinco años enseñando en tres academias técnicas pictóricas a algunos elefantes muy inteligentes como Ramona, Hong, Pharatida, Lookhang y Lookup. El resultado de estas experiencias puede verse en la Figura 18 y ha sido recogido en un libro⁵⁰ y en los medios de comunicación^{51,52}. En la actualidad este programa está asociado a las actividades que apoya la organización *National Geographic*⁵³.

¿Por qué pintan los elefantes? Si hemos de creer las respuestas que dan sus cuidadores, los elefantes pintan porque les gusta, les reduce el estrés y les libra del aburrimiento de no hacer nada. Todos los animales necesitan estar activos, los elefantes también. La pintura parece tener un efecto sobre su comportamiento y bienestar. Una elefanta que siempre había sido tímida y retraída se volvió mucha más sociable, activa y curiosa.

La sala de subastas *Christie's* subastó con éxito en el año 2000 estas pinturas; argumentó que resultaba interesante y que la controversia siempre ha sido una de las características que ha acompañado a muchas obras de arte. Uno de los participantes en la subasta argumentó que si esas pinturas eran arte entonces los alienígenas habían llegado a la tierra. Komar, al ser entrevistado por la agencia Reuters, comparó el estilo de sus elefantes con el de Willem De Kooning. Todo el mundo es un artista capaz de pintar sobre un lienzo, añadió, pero la calidad de la pintura es algo diferente que depende del talento. También hay elefantes con talento y otros que no lo tienen⁵⁴.

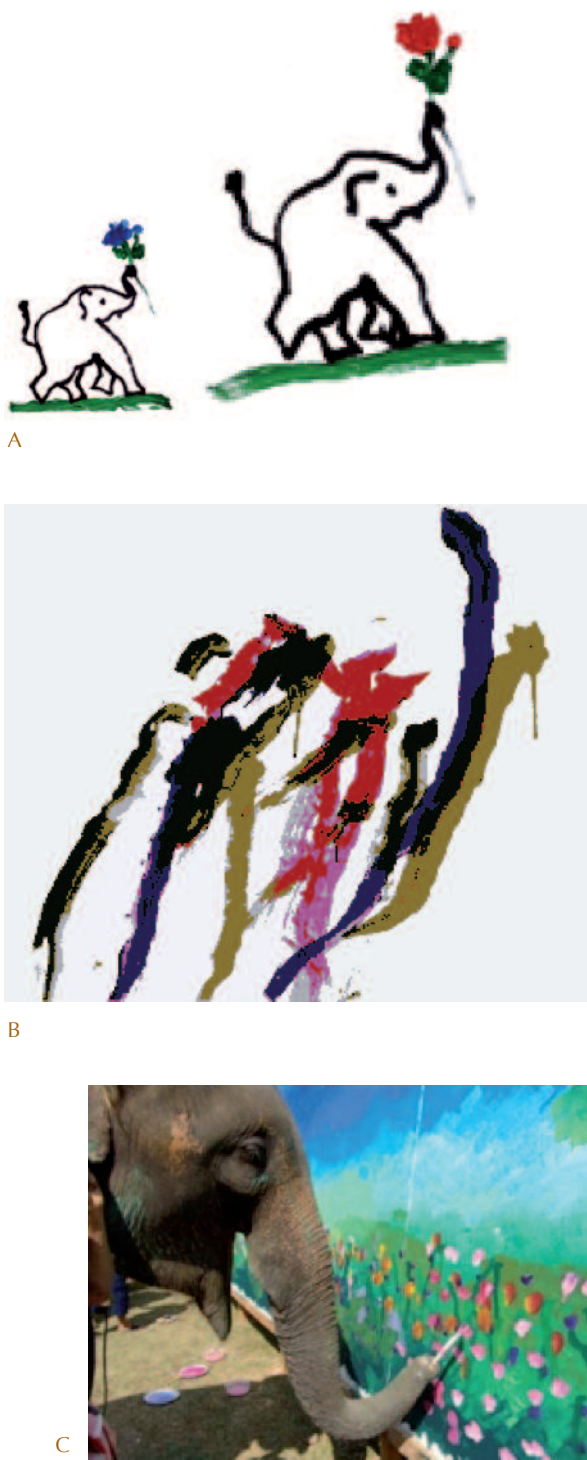


Figura 18. Pinturas de elefantes. A) Acrílicos sobre papel del elefante Hong. B) Acrílico de la elefanta Ramona. C) Elefante pintando.

¿Son estas obras representaciones artísticas? Sin duda lo serían si entendemos que arte es, con un criterio amplio, toda obra susceptible de ser colgada en la pared de un museo, o de ser comprada y apreciada por nuestros congéneres. Sin embargo, incluso con esta definición tan general, aunque pudiéramos probar que los animales artistas disfrutaban con sus creaciones, no parece que puedan ser apreciadas por sus congéneres e intercambiadas a cambio de otros favores o contraprestaciones. Los elefantes no produjeron estas obras figurativas por sí mismos sino que son el resultado de un proceso de aprendizaje. Aunque quizás posean una predisposición inicial que facilite el aprendizaje. Es más que posible que los elefantes puedan ser capaces de comprender que al dibujar en el lienzo están representando esquemáticamente a otro elefante o, incluso, forzando la interpretación, que pudieran considerarlo como un autorretrato.

Puede que exista el arte animal y que ciertas especies muestren una inquietante capacidad estética y de representación. Puede incluso venderse y ocupar un lugar en algunas colecciones. Sin duda sus obras son el producto de la capacidad de representación de su cerebro de algunas especies. Si sus obras se venden puede deberse a un cierto sentimiento estético compartido con estos animales capaces de pintar, ¿acaso serían diferencias de grado? Puede que así sea en la apreciación estética de la armonía de los colores, de la fuerza del trazo, incluso de la exactitud de la caricatura dibujada. Sin embargo, la diferencia es sustancial cuando pensamos en la representación de los contenidos. En el ámbito de la creación artística humana buena parte de la pintura figurativa tiene que ver con la representación de mitos y dioses o las actividades humanas. Además es el resultado de la autodomesticación humana a través de la cultura. Este proceso parece esencial en los homínidos que inician una cultura lítica basada en la fabricación de herramientas. En los comienzos del paleolítico, durante el periodo Achelense, que se extiende desde hace un millón y medio de años hasta la aparición del *homo sapiens* tiene lugar, con el *homo erectus*, la primera tradición de fabricación estandarizada de herramientas ¿Pudo valerse ya de un lenguaje rudimentario que le permitiera emitir sonidos con valor semántico, más complejos que las señales de alarma? Tuviera o no el *homo erectus* tal capacidad, el hecho es que con esta especie, a juzgar por su producción de herramientas, se produce un avance en el desarrollo de la capacidad simbólica que ya estaba presente en homínidos anteriores, en los primates y otros animales⁵⁵.

El arte humano está mediado por el desarrollo de nuestra capacidad simbólica, debida posiblemente a un cambio que se produjo en el Paleolítico Superior hace unos 40.000 años, aunque seguramente debía existir ya un lenguaje humano rudimentario. A partir de ese momento aparecen los primeros productos manufacturados realizados por nuestros antepasados humanos con intenciones artísticas. De este periodo nos han llegado numerosos ejemplos de pinturas de cuevas y de objetos artísticos transportables. Además de disponer de un cerebro capaz de producir arte y de disfrutarlo aparecen las primeras manifestaciones humanas espirituales y religiosas como son los enterramientos y los rituales asociados al deseo de controlar lo que acontece en nuestro entorno (caza, enfermedades, catástrofes, etc.)⁵⁶.

El ser humano es único en este sentido ¿Son o serán capaces algún día los animales de representar mediante técnicas pictóricas conceptos tan abstractos y humanos como los dioses, los mitos y los héroes que vayan más lejos de la representación de otro elefante? ¿Serán capaces de almacenar información fuera del genoma y del cerebro como somos capaces de hacer, de modo creciente, los seres humanos?⁵⁵. El arte animal que conocemos no está basado en la representación de dioses ni mitos. Tampoco depende de fe-

nómenos de transmisión cultural entre congéneres sino que está propiciado por el ser humano. ¿Pero acaso una obra para que sea considerada como arte tiene que cumplir necesariamente el requisito de poder representar dioses y mitos? Y sobre todas estas preguntas planea la más importante: ¿necesitamos disponer *a priori* de una definición de arte para explorar las capacidades estéticas de los animales pintores? Quizás podamos manejar una definición de arte que incluya distintos apartados (por ejemplo, criterios de armonía, de técnicas, de contenidos representados, etc.). Con esa definición podríamos puntuar si un animal ha superado o no el criterio establecido pero ¿no nos encontraríamos de nuevo ante el dilema anunciado por Darwin al plantearse si la *“la diferencia entre la mente del ser humano y la mente de los animales más evolucionados... es de grado y no de tipo”*?

ODA A LA ALEGRÍA

Freude, schöner Götterfunken
Alegoría, hermosa chispa de divinidad

¿Señala la neuroestética el camino para avanzar en el estudio científico de la belleza, del arte y de los sentimientos estéticos? A lo largo de este capítulo se ha visto que en este momento tenemos más preguntas que respuestas a esta cuestión. Sin embargo es posible aventurar algunas afirmaciones. El arte es una actividad humana que permite experimentar una emoción compartida; por ello, al igual que todas las demás actividades humanas, depende de las leyes del cerebro a las cuales se somete. ¿La evolución del sentimiento estético debe entenderse como una estrategia evolutiva? Desde luego en tal caso el sentido estético no sería un lujo sino una necesidad. ¿Para qué sirve entonces? ¿Es exclusivamente una característica humana? Ya se ha visto que los animales son capaces de actuar movidos por conceptos abstractos como el de belleza, si con el término belleza nos referimos, por ejemplo, al establecimiento de preferencias sexuales. Hay rasgos de la pareja ¿canónicos? que pueden determinar la elección de un compañero sexual, en base a determinadas características físicas o de tipo social que pueden otorgar una aureola de belleza.

Los objetos que nos rodean, naturales o manufacturados, pueden ser tratados como estímulos que procesa nuestro cerebro. Los estímulos poseen propiedades sensoriales y afectivas capaces de desencadenar comportamientos en los espectadores. Algunos de estos comportamientos, como ocurre en las expresiones, son universales. ¿Es también universal la expresión artística y la capacidad de emocionarnos con el arte? (Figura 19). Hay abundantes datos que sugieren que podríamos estar programados para responder con expresión de alegría ante la belleza y, por lo tanto, también para crearla con fines instrumentales.

Dunbar sostiene que el lenguaje comunicativo humano podría entenderse como subproducto de una respuesta emocional. El lenguaje no habría surgido para facilitar entre los humanos la comunicación y difusión de información de tipo técnico. La función inicial del lenguaje no habría sido la de transmitir información sino la de unir emocionalmente a los miembros del grupo social. La mayor parte del tiempo que hablamos lo hacemos transmitiendo nuestras emociones ¿Cuál es la función social de la emoción que transmitimos al hablar? Pasamos mucho tiempo hablando para halagar, para reñir, para criticar, para cotillear y somos mucho más secos y menos emotivos cuando tenemos que comunicar información de carácter técnico o abstracta. ¿Por qué? Seguramente porque nos sentimos cercanos de aquellos a los que hablamos transmitiéndoles nuestras confidencias. ¿Cuál es la función social del lenguaje? Probablemente sirve para proporcionar cohesión al grupo por el placer compartido que nos proporciona⁵⁷. Ocurre algo similar al vínculo que crea el sexo o el afecto en una pareja de enamorados. O el vínculo afectivo que existe entre amigos que van juntos al fútbol o de excursión. Las actividades placenteras que se comparten tienen el



Figura 19. Joseph Karl Stieler, 1820. Retrato de Ludwig van Beethoven componiendo la *Missa Solemnis*.

efecto de aumentar la cohesión del grupo. También algunas especies animales, por ejemplo el chimpancé bonobó, tienen una cierta capacidad para disfrutar de las actividades en grupo. De ese modo el grupo se cohesionan. ¿Para qué sirve rodearse de objetos bellos? La contemplación de lo bello (a veces más que su proceso de creación, que puede llegar a ser angustioso) también es una actividad placentera que podemos compartir como la comida o el sexo... o el fútbol y el ciclismo. Compartir estas actividades, muchas veces de forma ritual o religiosa, da cohesión al grupo social. El arte pudo tener inicialmente una función utilitaria, asociada a los rituales en grupo para propiciar la caza o alejar los peligros. ¿Qué otro objeto pueden tener la pinturas de la cuevas de Altamira, o los objetos prehistóricos realizados con materiales nobles y trabajados durante más tiempo del que requeriría una función utilitaria? Sin duda los elementos decorativos tienen valor por sí mismos, porque se puede gozar con su estética individualmente o en grupo, en actividades festivas o rituales. Por ello, su producción no es un lujo sino una necesidad que, al satisfacerla, nos permite disfrutar individualmente y de modo compartido en el grupo social. Su disfrute en actividades colectivas cohesionan al grupo y la posesión de objetos de distinto valor sirve para regular la posición social. El desarrollo de la neocorteza determina la capacidad de establecer relaciones sociales en los grupos de primates. Y, sin duda, el desarrollo del cerebro juega también un papel importante en la producción y la apreciación del arte.

Si el arte es un producto cerebral, en la medida en que entendamos el funcionamiento del cerebro también podremos entender el proceso de creación artística, total o parcialmente. Esta misma esperanza se alberga en otras ciencias, aunque el avance no siempre es tan rápido como a veces aventuran los científicos. El premio Nobel Max Born, tras descubrir Dirac la ecuación que gobierna el movimiento del electrón, aseguró que la física resolvería todas las preguntas que tenemos sobre el cosmos “en no más de seis meses” ya que una ecuación similar gobernaría al protón. Ignoraba en ese momento que el descubrimiento del neutrón lo cambiaría todo. Los científicos que estudian el funcionamiento del cerebro, por lo general, se han mostrado más cautos. Cajal, por la misma época, intuyó cómo evolucionaría el estudio del cerebro, pero supuso que se necesitarían dos siglos para llegar a los conocimientos actuales. Aunque se ha progresado mucho más rápido de lo imaginado, los científicos como Hawking se siguen preguntando cuál puede ser el límite al que llegará nuestro conocimiento de las leyes del mundo. Otro Nobel, el neurocientífico David Hubel, lo ha formulado en estos términos: *¿puede el cerebro comprender el cerebro?, ¿puede el cerebro comprender la mente?*⁵⁹. Einstein disfrutaba tocando el violín. En una ocasión fue preguntado si llegaría un momento en que todo pudiera ser expresado en términos científicos. “Sí... [que]... *podría ser posible* –respondió– *pero no tendría sentido. Sería una descripción sin significado, sería como describir una sinfonía de Beethoven como una variación de presiones de onda*”⁶⁰.

BIBLIOGRAFÍA

1. Parramón JM, Crespo F. How to paint flowers. New York: Watson Gupitill Publications, 1990, p.7.
2. Marshack A. 1970. Notation dans les Gravures du Paléolithique Supérieur, Bordeaux, Delmas, 1970.
3. Lorenz K, Leuhausen P. Motivation of Human and Animal Behavior. New York: Van Nostrand Reinhold, 1971.
4. Ferrari M. Madre Teresa. Bologna: FMR Arte, 2009.
5. Unamuno M. El Cristo de Velázquez. Madrid: Calpe, 1920.
6. Santayana G. The Sense of Beauty. New York: Charles Scribner's Sons, 1896. (Trad. El sentido de la Belleza, trad. D. Vieitez, Montaner y Simon, Barcelona 1968, p. 11-12).
7. Sierra-Vázquez V. Programa de Becas para Jóvenes Músicos (1992-1999). CD, Madrid: Club Rotario Madrid-Velázquez, 1999.
8. Licklider JCR. Basic correlates of the auditory stimulus. En S.S. Stevens (Ed) Handbook of Experimental Psychology. New York. John Wiley and sons, 1951. pp. 985-1074.
9. von Békésy G, Rosenblith WA. The mechanical properties of the ear. En S.S. Stevens (Ed) Handbook of Experimental Psychology. New York. John Wiley and sons, 1951, pp. 1075-1115.
10. Weber EH. Der Tastsinn und das Gemeingefühl. En Wagner Handwörterbuch der Physiologie, iii, 1846 (citado en Encyclopædia Britannica/Weber's Law 1911).

11. Fechner GT. *Elemente der Psychophysik* (2 vol.), Leipzig: Drug und Verlag von Breitkopf und Hartel, 1860.
12. Davies H. The determination of the stimulus-sensation-relation for audition from data on the minimum perceptible changes of intensity. *Philosophical Magazine Series* 1934;18(122):940-949.
13. Fletcher HF, Munson WA. Loudness, its definition, measurement and calculation. *Journal of Acoustic Society of America* 1933;5:82-108.
14. Robinson DW, Dadson RS. A redetermination of the equal-loudness relations for pure tones. *British Journal of Applied Physiology* 1956;7:166-181.
15. Zeki S. Functional specialisation in the visual cortex of the rhesus monkey. *Nature* 1978;274:423-428.
16. Kawabata H, Zeki S. Neural Correlates of Beauty, *Journal of Neurophysiology* 2004;91:1699-1705.
17. Zeki S. *Visión Interior*. Madrid: A. Machado, 2005. (S. Zeki, *Inner Vision: An Exoploration of Art and the Brain*. Oxford Univ. Press, Oxford, 1999).
18. Zeki S. *Maravillas y miserias del cerebro humano*. Madrid: Wiley-Blackwell, 2009 (S. Zeki, *Splendors and Miseries of the Brain: Love, Creativity, and the Quest for Human Happiness*, Blackwell, 2008).
19. Alorda C, Serrano-Pedraza I, Campos-Bueno JJ, Sierra-Vázquez V, Montoya P. Low spatial frequency filtering modulates early brain processing of affective complex pictures. *Neuropsychologia* 2007;45:3223-3233.
20. Sachs O. *The Man Who Mistook His Wife For A Hat: And Other Clinical Tales*. New York: Perennial Library, 1987, p142.
21. Gombrich EH (1959/ 1977). *Art and Illusion: A Study in the Psychology of Pictorial Representation*. London: Phaidon Press, 5ª ed. (Arte e ilusión. Estudio sobre la psicología de la representación pictórica. Barcelona: Gustavo Gili. pp. 19-21).
22. Bonell C. La divina proporción: Las formas geométricas. Barcelona: Ediciones UPC, 2000, p 16, 31, 38, 48-49,
23. Pacioli L. *De Divina Proportione*, Venecia: Antonio Capella impresor Paganus Paganinus tipógrafo, 1509 (La Divina Proporción, Buenos Aires, Losada, 1959. Madrid, Akal, 1991, con introducción de A.M. González Rodríguez, p.17-18).
24. García Cruz JA. Las matemáticas en Luca Pacioli. En *Ciencia y cultura en la Edad Media*. Actas VIII y IX. Canarias: Consejería de Educación, Cultura y Deportes del Gobierno de Canarias, 2003.
25. Helmholtz HV. *Die Lehre von den Tonempfindungen als physiologische Grundlage für die Theorie der Musik*, Vieweg, Braunschweig, 1863.
26. Fechner TH. *Vorschule der Aesthetik*, Leipzig: Breitkopf & Härtel, 1876.
27. Birkhoff GD. *Aesthetic Measure*, Cambridge: Harvard University Press, 1933.
28. Le Corbusier. *Le Modulor. Essai sur une mesure harmonique à l'échelle humaine applicable universellement à l'architecture et à la mécanique*. París, 1950. (El Modulor, Barcelona, Poseidón, 1976, 2 vols).
29. Sharp J. Spirals and the Golden Section. *Nexus Network Journal* 2002;4(1):59-82.
30. Govi G. *Saggio delle opere di Leonardo da Vinci*. Milan, 1872, p 22.
31. Valle-Inclán F. El estudio experimental de la consciencia. En *Neuroestética* (ed. A. Martín Araguz). Madrid: Ed. Saned, 2010.
32. Macknik SL, King M, Randi J, Robbins A, Teller, Thompson J, Martinez-Conde S. Attention and awareness in stage magic: turning tricks into research. *Nature Reviews Neuroscience* 2008;9:871-879.
33. Martinez-Conde S, Macknik SL. Magic and the brain. *Scientific American* 2008;299:72-79.
34. Martinez-Conde S, Macknik SL. 169 Best Illusions. *Scientific American Mind* (Special Issue May), 2010.
35. Mackintosh NJ. *Animal learning and cognition*. San Diego: Academic Press, 1994.
36. Mackintosh NJ. *The psychology of animal learning*. New York: Academic Press, 1997.
37. Nadal M, Flexas A, Cela-Conde C. La capacidad para la apreciación estética: una evolución en mosaico. En *Neuroestética* (ed. A. Martín Araguz). Madrid: Ed. Saned, 2010.
38. Kawabata H, Zeki S. Neural Correlates of Beauty. *Journal of Neurophysiology* 2004;91:1699-1705.
39. Bartels A, Zeki S. The neural correlates of maternal and romantic love. *Neuroimage* 2004;21:1155-1166.
40. Blood AJ, Zatorre RJ, Bermudez P, Evans AC. Emotional responses to pleasant and unpleasant music correlate with activity in paralimbic brain regions. *Nature Neuroscience* 1999;2(4):382-387.
41. Ekman P, Friesen WV, Ellsworth P. *Emotion in the human face: guide-lines for research and an integration of findings*. New York: Pergamon Press, 1972.
42. Dutton D. *The art instinct: Beauty, pleasure and human evolution*. New York: Bloomsbury Press, 2009. (El instinto del arte: Belleza placer y evolución humana. Madrid: Espasa-Paidós Ibérica, 2010, p 1, 13-18).

43. <http://awp.diaart.org/km/index.html>
44. Enaldi B, Rifaat, A. eds. En busca de lo efímero. Correo de la Unesco, diciembre 1996, 4-37.
45. Rivera FJ. Suiseki. The Japanese Art of Miniature Landscape Stones. Berkeley, CA: Stone Bridge Press, 1997.
46. Tejedor O. Cristobal Balenciaga. Permanecer en lo efímero. DVD Documental de Oskar Tejedor, 2010.
47. Call J. Los dos errores de Descartes: el razonamiento y el pensamiento en los grandes simios. En J.J. Campos Bueno y F. Zaragoza (eds.) Etología y Cognición en los primates y otros animales (en prensa).
48. Campos JJ. La evolución de la inteligencia. En E: Baquedano, S. Rubio Jara (eds.) Miscelánea en homenaje a Emiliano Aguirre. Vol. III Paleoantropología. Alcalá de Henares: Museo Arqueológico Regional, 2004, pp. 102-119.
49. de Vries LI. Dead Chimp's Art Sells Big. Three Works By The Late Chimpanzee 'Congo' Sell For \$25,620. CBS News, Entertainment, 20 Junio 2005.
50. Komar V, Melamid A, Fineman M. When elephants paint: The quest of two Russian artists to save the elephants of Thailand. New York: Perennial, 2000.
51. <http://www.cbsnews.com/stories/2005/06/20/entertainment/main703057.shtml>
52. Colin C. New Breed of Hamptons Paint Slingers. (Art & Design) New York Times, 9 Diciembre, 2007. <http://www.nytimes.com/2007/12/09/arts/design/09coli.html?pagewanted=all>
53. Mayell H. Painting Elephants Get Online Gallery. National Geographic News, 26 Junio, 2002. http://news.nationalgeographic.com/news/2002/06/0626_020626_elephant.html
54. Reuters. Elephants' artwork: Raising cash and eyebrows. CNN.com (Art), 22 Marzo, 2000 <http://archives.cnn.com/2000/STYLE/arts/03/22/life.art.reut/>
55. Lewin R. Human Evolution; An Illustrated Introduction. 3ª ed. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1993.
56. Lieberman Ph. Uniquely Human. Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1991.
57. Dunbar R. Grooming, Gossip, and the Evolution of Language. Harvard University Press, 1998.
58. Hawking S. The Illustrated 'A Brief History of Time. New York: Bantam, 1996.
59. Hubel DH. El Cerebro. En El Cerebro. Barcelona: Labor, 10-36. (ed. original The Brain (a Scientific American book, San Francisco: Freeman, 1980).
60. Clark RW. Einstein. The Life and Times, New York: World Publishing Company, 1971, p. 192.